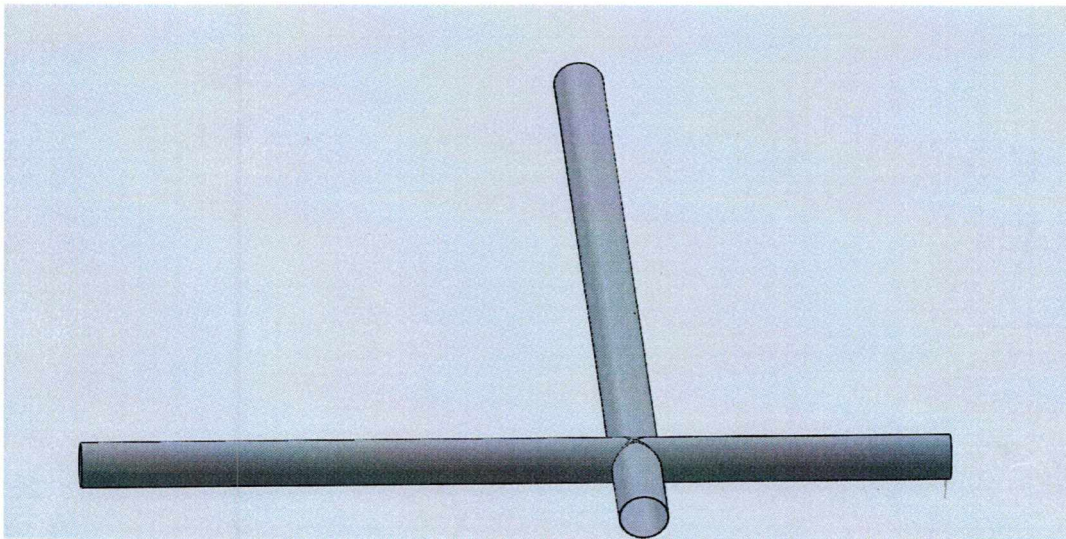




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ – ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

<< ΨΥΞΗ ΣΕ ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ
ΣΕ ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΤΥΡΒΩΔΗ ΡΟΗ>>



Επιμέλεια διπλωματικής εργασίας: ΣΑΛΕΧ ΟΜΑΡ

Επιβλέπων: Αναπληρωτής καθηγητής
Σταμπουντζής Ερρίκος

Βολος 2015



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 14017/1
Ημερ. Εισ.: 26-10-2017
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΜΜ
2015
ΣΑΛ

Εξεταστική Επιτροπή

Πρώτος εξεταστής
(επιβλέπων)

Δρ.Ερρίκος Σταμπουντζής,
Αναπληρωτής Καθηγητής,
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Δεύτερος εξεταστής

Δρ.Νικόλαος Ανδρίτζος,
Καθηγητής πανεπιστημίου,
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Τρίτος εξεταστής

Δρ.Αναστάσιος Σταματέλος,
καθηγητής πανεπιστημίου,
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας τον Κ.Ερρίκο Σταμπουντζή,Αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας,για την βοήθεια,τις γνώσεις,την παρότρυνση αλλά και τις πολύτιμες συμβουλές κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Επιπλέον,για τη βοήθεια σε καίρια σημεία,την υποστήριξη και την παροχή πολύτιμωνπληροφοριών θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διδάκτορα του τμήματος Δημήτριο Τζιουρτζούμη.
Τέλος,ευχαριστώ τον μηχανοτεχνίτη του τμήματος ΒέργοΑθανάσιο για τη βοήθεια στην κατασκευή της πειραματικής διάταξης.

Ακόμη,ευχαριστώ όλους τους φίλους και φίλες μας για την συμπαράσταση,την ανοχή όλο το διάστημα της εργασίας καθώς και τη βοήθεια που λίγο πολύ όλοι τους προσέφερανε.Τέλος,θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για όλα τα εφόδια που μας έχουν προσφέρει και την συνεχή υποστήριξη τους.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	3
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	5
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	24
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	26
2.1. Μετάδοση θερμότητας σε επίπεδες επιφάνειες.....	26
2.2. Μετάδοση θερμότητας σε σωλήνα	28
2.3. Μετάδοση θερμότητας με κοιλότητα σε σωλήνες διασταυρούμενης ροής.....	32
2.4. Σκοπός της εργασίας.....	33
3.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	34
3.1. Περιγραφή πειραματικής διάταξης.....	34
3.2. Μετρητικά όργανα και ακρίβεια μετρήσεων.....	42
3.3. Μεθοδολογία λήψης και επεξεργασίας δεδομένων από την FLIR INFARED CAMERA	46
4. ΠΕΔΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ	51
4.1. Μεσαία Κοιλότητα	52
4.2. Μεγάλη κοιλότητα	60
4.3. Πολύ Μικρή κοιλότητα	63
4.4. Πεδίο ταχυτήτων κάτω και πάνω από τον άξονα συμμετρίας του σωλήνα	67
5. ΠΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ	84
5.1.Μεσαία Κοιλότητα	84
5.2.Μεγάλη κοιλότητα	92
5.3.Πολύ μικρή κοιλότητα.....	95
5.4. Πεδίο θερμοκρασιών κάτω και πάνω από τον άξονα συμμετρίας του σωλήνα.....	98
5.5. Πεδίο Θερμοκρασιών με την FLIR INFARED CAMERA συνάρτηση του χρόνου.....	123
5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VOLT ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟΥ PROTEK	172
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	175
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	176

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Ροή σε επίπεδη ροή.....	24
Σχήμα 2.2: Η ροή διαμέσου ενός σω.....	26
Σχήμα 3.1: Σωλήνας διασταυρούμενης ροής.....	33
Σχήμα 3.2: Μεσαία κοιλότητα για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια $Y = 0$ m.....	33
Σχήμα 3.3: Πολύ μικρή κοιλότητα για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια $Y = +25$ mm.....	34
Σχήμα 3.4: Μεγάλη κοιλότητα για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια $Y = -25$ mm.....	35
Σχήμα 3.5:Μεσαία κοιλότητα για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια $Y = 0$ mm.....	35
Σχήμα 3.6:Πολύ μικρή κοιλότητα για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια $Y = +45$ mm.....	36
Σχήμα 3.7: Οι μετρήσεις που γίνανε πάνω και κάτω από τον άξονα συμμετρίας για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	36
Σχήμα 3.1.1.1: Φυσητήρας.....	37
Σχήμα 3.1.1.2: Inverter.....	37
Σχήμα 3.1.1.3: Σφαιρική επιφάνεια 200 W.....	38

Σχήμα 3.1.1.4: Σφαιρική επιφάνεια 100 W.....	38
Σχήμα 3.1.1.5: Βάση των θερμενόμενων σφαιρικών επιπέδων.....	39
Σχήμα 3.1.1.6: Βάση της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	39
Σχήμα 3.2.1: Θερμικό ανεμόμετρο.....	40
Σχήμα 3.2.2: Η FLIR INFARED CAMERA.....	41
Σχήμα 3.2.3: Η/Υ.....	42
Σχήμα 3.2.4: Ηλεκτρικό πολύμετρο Protek.....	42
Σχήμα 3.2.5 FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητη.....	43
Σχήμα 4.1 :Οι τιμές της ταχύτητας στα 50 Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	50
Σχήμα 4.2: Οι τιμές της ταχύτητας στα 45 Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	50
Σχήμα 4.3: Οι τιμές της ταχύτητας στα 40 Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	51
Σχήμα 4.4:Οι τιμές της ταχύτητας στα 35 Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	51
Σχήμα 4.5:Οι τιμές της ταχύτητας στα 30Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	52
Σχήμα 4.6: Οι τιμές της ταχύτητας στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	52
Σχήμα 4.7: Οι τιμές της ταχύτητας στα 20Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	53
Σχήμα 4.8: Οι τιμές της ταχύτητας στα 15Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	53

Σχήμα 4.9: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	54
Σχήμα 4.10: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	54
Σχήμα 4.11: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7.5Hz της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	55
Σχήμα 4.12: Οι τιμές της ταχύτητας στα 5Hz της μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	55
Σχήμα 4.13: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz για την μη θερμενόμενη σφαιρική Επιφάνεια (100 W) – μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	56
Σχήμα 4.14: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια (100W) – θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	56
Σχήμα 4.2.1: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50 Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάν.....	58
Σχήμα 4.2.2: Οι τιμές της ταχύτητας στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	58
Σχήμα 4.2.3: Οι τιμές της ταχύτητας στα 10 Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	59
Σχήμα 4.2.4: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	59
Σχήμα 4.3.1: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50 Hz για τις μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες και μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	60
Σχήμα 4.3.2: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50 Hz για τις θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες και την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	60

Σχήμα 4.3.3: Οι τιμές της ταχύτητας στα 5Hz για τις μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες.....	61
Σχήμα 4.3.4: Οι τιμές της ταχύτητας στα 5Hz για τις θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες.....	61
Σχήμα 4.3.5: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7Hz για την μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	62
Σχήμα 4.4.1: Οι τιμές στα 50 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	65
Σχήμα 4.4.2: Οι τιμές στα 50 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	65
Σχήμα 4.4.3: Οι τιμές στα 50 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	66
Σχήμα 4.4.4: Οι τιμές στα 50 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	66
Σχήμα 4.4.5: Οι τιμές στα 50 Hz για 5 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	67
Σχήμα 4.4.6: Οι τιμές στα 50 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	67
Σχήμα 4.4.7: Οι τιμές στα 50 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	68
Σχήμα 4.4.8: Οι τιμές στα 50 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	68
Σχήμα 4.4.9: Οι τιμές στα 50 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	69
Σχήμα 4.4.10: Οι τιμές στα 50 Hz για 5 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	70

Σχήμα 4.4.11: Οι τιμές στα 5 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	70
Σχήμα 4.4.12: Οι τιμές στα 5 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	71
Σχήμα 4.4.13: Οι τιμές στα 5 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	71
Σχήμα 4.4.14: Οι τιμές στα 5 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	72
Σχήμα 4.4.15: Οι τιμές στα 5 Hz για 5 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	72
Σχήμα 4.4.16: Οι τιμές στα 5 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	73
Σχήμα 4.4.17: Οι τιμές στα 5 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	73
Σχήμα 4.4.18: Οι τιμές στα 5 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	74
Σχήμα 4.4.19: Οι τιμές στα 5 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	74
Σχήμα 4.4.20: Οι τιμές στα 5 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	75
Σχήμα 4.4.2.1: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	76
Σχήμα 4.4.2.2: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	77
Σχήμα 4.4.2.3: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	77

Σχήμα 4.4.2.4: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	78
Σχήμα 4.4.2.5: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 5 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	78
Σχήμα 4.4.2.6: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	79
Σχήμα 4.4.2.7: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	80
Σχήμα 4.4.2.8: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	80
Σχήμα 4.4.2.9: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	81
Σχήμα 4.4.2.10: Οι τιμές στα 7.5 Hz για 5 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	81
Σχήμα 5.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	83
Σχήμα 5.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 45Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	83
Σχήμα 5.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 40Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	84
Σχήμα 5.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 35Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	84
Σχήμα 5.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 30Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	85
Σχήμα 5.6: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	85

Σχήμα 5.7: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 20Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	86
Σχήμα 5.8: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 15Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	86
Σχήμα 5.9: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	86
Σχήμα 5.10: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	87
Σχήμα 5.11: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	87
Σχήμα 5.12: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz της μηθερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	88
Σχήμα 5.13: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της μη θερμενόμενης σφαιρικής και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	88
Σχήμα 5.14: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης σφαιρικής και θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας.....	89
Σχήμα 5.2.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	90
Σχήμα 5.2.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	90
Σχήμα 5.2.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 10Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	90
Σχήμα 5.2.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας.....	91
Σχήμα 5.3.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz τις μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες και μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	92

Σχήμα 5.3.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz τις θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες και θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	92
Σχήμα 5.3.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz τις μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες.....	93
Σχήμα 5.3.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz τις θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες.....	93
Σχήμα 5.3.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz με μη θερμενόμενη και θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια.....	94
Σχήμα 5.4.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	95
Σχήμα 5.4.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	96
Σχήμα 5.4.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	96
Σχήμα 5.4.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	97
Σχήμα 5.4.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	97
Σχήμα 5.4.6: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	98
Σχήμα 5.4.7: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	98
Σχήμα 5.4.8: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	98
Σχήμα 5.4.9: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	98

Σχήμα 5.4.10: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 5 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	100
Σχήμα 5.4.11: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	100
Σχήμα 5.4.12: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	101
Σχήμα 5.4.13: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	101
Σχήμα 5.4.14: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	102
Σχήμα 5.4.15: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 5 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	102
Σχήμα 5.4.16: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	103
Σχήμα 5.4.17: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	103
Σχήμα 5.4.18: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	104
Σχήμα 5.4.19: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	104
Σχήμα 5.4.20: Οι τιμές των θερμοκρασιών 5 Hz για 5 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	105
Σχήμα 5.4.21: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50 Hz με την FLIR INFARED CAMERA την χειροκίνητηπάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	105
Σχήμα 5.4.22: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50 Hz με την FLIR INFARED CAMERA την χειροκίνητηκάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	106

Σχήμα 5.4.2.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	107
Σχήμα 5.4.2.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	108
Σχήμα 5.4.2.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	108
Σχήμα 5.4.2.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	109
Σχήμα 5.4.2.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 5 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	109
Σχήμα 5.4.2.6: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	110
Σχήμα 5.4.2.7: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	110
Σχήμα 5.4.2.8: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	111
Σχήμα 5.4.2.9: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	111
Σχήμα 5.4.2.10: Οι τιμές των θερμοκρασιών 50 Hz για 5 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	112
Σχήμα 5.4.2.11: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 1 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	112
Σχήμα 5.4.2.12: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 2 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	113

Σχήμα 5.4.2.13: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 3 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	113
Σχήμα 5.4.2.14: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 4 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	114
Σχήμα 5.4.2.15: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 5 mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	114
Σχήμα 5.4.2.16: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	115
Σχήμα 5.4.2.17: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 2 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	115
Σχήμα 5.4.2.18: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 3 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	116
Σχήμα 5.4.2.19: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 4 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	116
Σχήμα 5.4.2.20: Οι τιμές των θερμοκρασιών 7.5 Hz για 5 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	117
Σχήμα 5.4.2.21: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητη πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	117
Σχήμα 5.4.2.22: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητη κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	118
Σχήμα 5.4.2.23: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητη πάνω από τον άξονα συμμετρίας.....	118

Σχήμα 5.4.2.24: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με την FLIR INFARED χειροκίνητη CAMERA κάτω από τον άξονα συμμετρίας.....	119
Σχήμα 5.1.1: Μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια στα 0 second.....	120
Σχήμα 5.1.2: Όταν αρχίζει να θερμένεται η επίπεδη επιφάνεια μετά από τα 60 second.....	121
Σχήμα 5.1.3: Όταν έχει θερμανθεί πλήρως μετά από 120 second.....	121
Σχήμα 5.1.4: Όταν αρχίζει να ψύχεται η επίπεδη επιφάνεια στα 420 second.....	122
Σχήμα 5.1.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = 0$ mm.....	122
Σχήμα 5.1.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = -45$ mm.....	123
Σχήμα 5.1.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = 0$ mm.....	123
Σχήμα 5.1.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = -45$ mm.....	124
Σχήμα 5.1.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με $Y = 0$ mm.....	124
Σχήμα 5.1.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = -45$ mm.....	125
Σχήμα 5.1.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm.....	125
Σχήμα 5.1.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm.....	126

Σχήμα 5.1.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm.....	126
Σχήμα 5.5.2.1: Μη θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια στα 0 second.....	127
Σχήμα 5.5.2.2: Όταν αρχίζει να θερμένεται η σφαιρική επιφάνεια μετά από τα 60 second.....	128
Σχήμα 5.5.2.3: Όταν έχει θερμενθεί πλήρως μετά από τα 120 second.....	128
Σχήμα 5.5.2.4: Όταν αρχίζει να ψύχεται η σφαιρική επιφάνεια στα 420 second.....	129
Σχήμα 5.5.2.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = 0$ mm.....	129
Σχήμα 5.5.2.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = -25$ mm.....	130
Σχήμα 5.5.2.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = 0$ mm.....	130
Σχήμα 5.5.2.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = -25$ mm.....	131
Σχήμα 5.5.2.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με $Y = 0$ mm.....	131
Σχήμα 5.5.2.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με $Y = -25$ mm.....	132
Σχήμα 5.5.2.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm.....	132
Σχήμα 5.5.2.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25$ mm.....	133

Σχήμα 5.5.2.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$	133
Σχήμα 5.5.2.14: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25 \text{ mm}$	134
Σχήμα 5.5.2.15: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$	134
Σχήμα 5.5.2.16: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25 \text{ mm}$	135
Σχήμα 5.5.2.17: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	135
Σχήμα 5.5.2.18: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	136
Σχήμα 5.5.2.19: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	136
Σχήμα 5.5.2.20: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	137
Σχήμα 5.5.2.21: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	137
Σχήμα 5.5.2.22: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	138
Σχήμα 5.5.3.1: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$	139
Σχήμα 5.5.3.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = -45 \text{ mm}$	140
Σχήμα 5.5.3.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$	140

Σχήμα 5.5.3.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = -45$ mm.....	141
Σχήμα 5.5.3.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm.....	141
Σχήμα 5.5.3.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = -45$ mm.....	142
Σχήμα 5.5.3.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm.....	142
Σχήμα 5.5.3.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm.....	143
Σχήμα 5.5.3.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm.....	143
Σχήμα 5.5.4.1: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0$ mm.....	144
Σχήμα 5.5.4.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = -45$ mm.....	145
Σχήμα 5.5.4.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0$ mm.....	145
Σχήμα 5.5.4.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = -45$ mm.....	146
Σχήμα 5.5.4.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm.....	146
Σχήμα 5.5.4.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = -45$ mm.....	147
Σχήμα 5.5.4.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0$ mm και για $Y = -45$ mm.....	147

Σχήμα 5.5.4.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0$ mm και για $Y = -45$ mm.....	148
Σχήμα 5.5.4.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm και για $Y = -45$ mm.....	148
Σχήμα 5.5.5.1: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0$ mm.....	149
Σχήμα 5.5.5.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = -25$ mm.....	150
Σχήμα 5.5.5.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0$ mm.....	150
Σχήμα 5.5.5.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = -25$ mm.....	151
Σχήμα 5.5.5.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm.....	151
Σχήμα 5.5.5.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = -25$ mm.....	152
Σχήμα 5.5.5.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm.....	152
Σχήμα 5.5.5.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25$ mm.....	153
Σχήμα 5.5.5.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm.....	153
Σχήμα 5.5.5.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25$ mm.....	154
Σχήμα 5.5.5.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm.....	154

Σχήμα 5.5.5.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25$ mm.....	155
Σχήμα 5.5.5.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm.....	155
Σχήμα 5.5.5.14: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm.....	156
Σχήμα 5.5.5.15: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm.....	156
Σχήμα 5.5.5.16: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm.....	157
Σχήμα 5.5.5.17: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm.....	157
Σχήμα 5.5.5.18: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm.....	158
Σχήμα 5.5.6.1: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0$ mm.....	159
Σχήμα 5.5.6.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = -25$ mm.....	160
Σχήμα 5.5.6.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0$ mm.....	160
Σχήμα 5.5.6.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = -25$ mm.....	161
Σχήμα 5.5.6.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0$ mm.....	161
Σχήμα 5.5.6.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = -25$ mm.....	162

Σχήμα 5.5.6.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$	162
Σχήμα 5.5.6.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25 \text{ mm}$	163
Σχήμα 5.5.6.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$	163
Σχήμα 5.5.6.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25 \text{ mm}$	164
Σχήμα 5.5.6.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$	164
Σχήμα 5.5.6.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25 \text{ mm}$	165
Σχήμα 5.5.6.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και ... $Y = -25 \text{ mm}$	165
Σχήμα 5.5.6.14: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	166
Σχήμα 5.5.6.15: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	166
Σχήμα 5.5.6.16: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	167
Σχήμα 5.5.6.17: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	167
Σχήμα 5.5.6.18: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$	168
Σχήμα 6.1: Οι τιμές των volt στα 50 Hz για $Y = -25 \text{ mm}$	169
Σχήμα 6.2: Οι τιμές των volt στα 25Hz για $Y = 0 \text{ mm}$	170

Σχήμα 6.3: Οι τιμές των volt στα 25 Hz για $Y = - 25$ mm.....	170
Σχήμα 6.4: Οι τιμές των volt στα 7.5 Hz για $Y = 0$	171
Σχήμα 6.5: Οι τιμές των volt στα 7.5 Hz για $Y = - 25$	171

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί μια πειραματική μελέτη της μετάδοσης της θερμότητας στο εσωτερικό της κοιλότητας και γύρω της που εκτίθεται σ' ένα οριακό στρώμα τύπου εγκάρσιας ροής μέσα σε σωλήνα με διασταυρωμένη ροή. Στην προκειμένη περίπτωση είναι μετάδοση θερμότητας με συναγωγή όπου η μεταφορά ενέργειας μέσω της κίνησης ενός ρευστού μέσω της επαφής του ρευστού και των άλλων σωμάτων με τα οποία έρχονται σ' επαφή. Τα αποτελέσματα που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια προέκυψαν κατά την έξοδο του σωλήνα δηλαδή κατά την έξοδο της ροής.

Το δεύτερο κεφάλαιο αυτής της διπλωματικής, στο οποίο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση και πιο συγκεκριμένα γίνεται η περιγραφή της μετάδοσης θερμότητας μέσα σε σωλήνα και σε επίπεδη επιφάνεια σε διασταυρωμένη ροή με κοιλότητα.

Το τρίτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο σε δύο θέματα. Πρώτα παρουσιάζεται η πειραματική διάταξη που στήθηκε για την πραγματοποίηση του όλου περάματος και τα στοιχεία τα οποία τα αποτελούν. Στο δεύτερο μέρος γίνεται λόγος για την διαδικασία υπολογισμού.

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελείται από τα αποτελέσματα του πεδίου ταχυτήτων, την συγκρισή τους.

Το πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η ίδια διαδικασία αλλά για το πεδίο των θερμοκρασιών, την συγκρισή τους.

Το έκτο κεφάλαιο περιγράφει την μεθοδολογία λήψης και επεξεργασίας δεδομένων από την FLIR INFRARED CAMERA και το πεδίο volt για την σφαιρική επιφάνεια 100W για διάφορες θέσεις.

Το έβδομο κεφάλαιο αναφέρεται στα γενικά συμπεράσματα που παρατηρήθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια.

Είναι ένα πολύ σπουδαίο κομμάτι γιατί με τα αποτελέσματα που μας παρέχονται από τη μελέτη του μπορούμε να κατανοήσουμε πολλά πράγματα και μας δίνεται η δυνατότητα να τα αξιοποιήσουμε προς οφελός μας σε τομείς όπως η βιομηχανία, με την χρήση των αποτελεσμάτων σε κινητήρες, στροβιλοκινητήρες, δεξαμενές πετρελαίου, σε καλοριφέρ και σε ηλιακούς θερμοσίφωνες.

Πολύ χρήσιμα επίσης είναι τα αποτελέσματα που μας δίνονται όμως και στον τομέα του περιβάλλοντος, αφού μπορούμε να παρατηρήσουμε την ατμοσφαιρική ρύπανση μέσα σε οδικές χαράδρες.

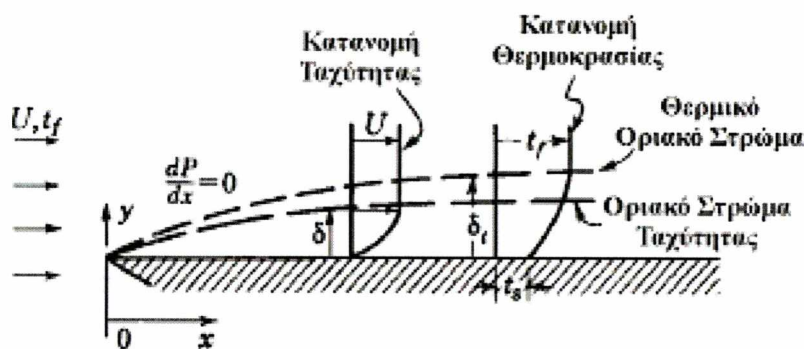
Επίσης με τα αποτελέσματα των βιομηχανικών εφαρμογών γίνεται καλύτερη χρήση τους και με όσο το δυνατόν μικρότερη επιβάρυνση για την ατμόσφαιρα και το περιβάλλον. Επιπλέον με όσα γίνονται φανερά από τα

πειράματα η τεχνολογία κάνει ότι είναι δυνατόν για την καλύτερη ζωή των ανθρώπων. Τα δεδομένα που παίρνει κάποιος για την διανομή του αέρα στο εσωτερικό των κοιλοτήτων δίνουν σαφή συμπεράσματα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση την ψύξη και τον κλιματισμό κτηρίων. Οι οικίες δηλαδή αλλά και οι χώροι εργασίας και κυρίως χώροι που αξίζουν μεγαλύτερης προσοχής όπως για παράδειγμα αμπάρια πλοίων και το εσωτερικό από τις δεξαμενές καυσίμων. Πρόκειται για ένα πολύ χρήσιμο πεδίο το οποίο αξίζει να διερευνηθεί αφού υπάρχουν πολλά σημεία τα οποία προς το παρόν δεν έχουν μελετηθεί. Έτσι μπορεί κάποιος να βρει μια παράμετρο η οποία είναι ακόμα ανεκμετάλλευτη και να παρουσιάσει ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Άρα στους μεγαλύτερους αριθμούς Rossby στην κοιλότητα και στα όρια τζετ, μεταξύ την ταραχώδη και στρωτή ροή είχε μικρή κλίμακα στις διακυμάνσεις ως εκ τούτου επηρεάζεται η ροή στην κοιλότητα που ήταν μόνο έμμεσα υπεύθυνος για την κατανομή της δίνης.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. Μετάδοση θερμότητας σε επίπεδες επιφάνειες

Ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας προς ή από μία επίπεδη επιφάνεια, καθώς και της οπισθέλκουσας δύναμης που ασκείται στην επιφάνεια από το ρευστό. Ο συντελεστής τριβής και μεταφοράς θερμότητας για μία επίπεδη επιφάνεια προσδιορίζονται θεωρητικά αν επιλυθούν οι εξισώσεις διατήρησης της μάζας, της ορμής και της ενέργειας. Ο αριθμός Nusselt μπορεί να εκφραστεί ως προς τους Reynolds και Prandtl σε μία θέση x με τη μορφή:



Σχήμα 2.1: Ροή σε επίπεδη ροή

$$Nu = \frac{h_x l}{k} = 0.0296 Re_x^{4/5} Pr^{1/3}, \quad 0.6 \leq Pr \leq 60 \quad (2.1)$$
$$5 \times 10^5 \leq Re_L \leq 10^7$$

$$Nu = 0.185 Re_x (\log_{10} Re_x)^{-2.584} Pr^{1/3} \quad 10^7 < Re_x \quad (2.2)$$

$$0.6 < Pr < 60$$

Όπου x είναι η απόσταση από το χείλος προσβολής της πλάκας και $Re = \frac{V_\infty x}{\nu}$. Οι συντελεστές τριβής και μεταφοράς θερμότητας μεταβάλλονται κατά μήκος της επιφάνειας της επίπεδης επιφάνειας λόγω των μεταβολών του οριακού στρώματος ταχύτητας όπου είναι υψηλότεροι στην τυρβώδη από την στρωτή ροή και του θερμικού οριακού στρώματος στη διεύθυνση της ροής. Ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας για ολόκληρη την επιφάνεια, ο αριθμός Nusselt και ο μέσος συντελεστής τριβής ορίζονται:

$$Nu = \frac{hL}{K} = 0.037 Re_L^{4/5} Pr^{1/3}, \quad 0.6 \leq Pr \leq 60 \quad (2.3)$$

$$5 \times 10^5 \leq Re_L \leq 10^7$$

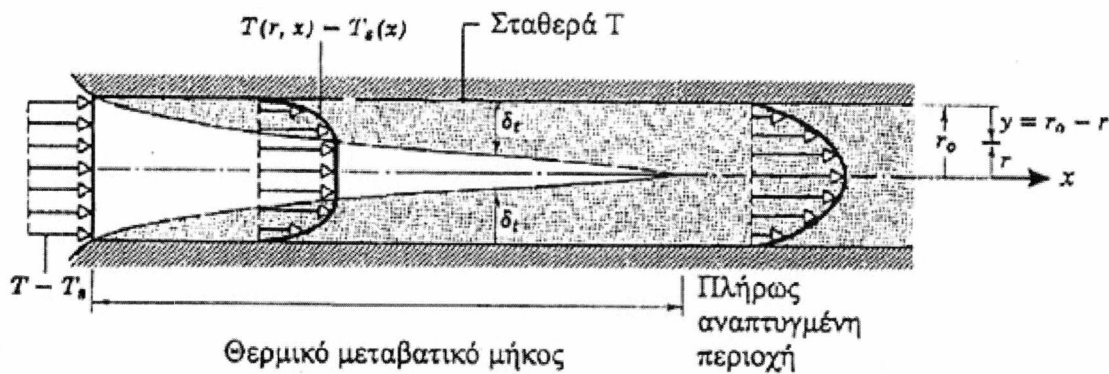
$$C_f = \frac{0.074}{Re_L^{1/5}} \quad 5 \times 10^5 \leq Re_L \leq 10^7 \quad (2.4)$$

2.2.Μετάδοση θερμότητας σε σωλήνα

Η ταχύτητα του ρευστού σε έναν σωλήνα μεταβάλλεται από μία μηδενική τιμή στην επιφάνεια ως μία μέγιστη στο κέντρο του σωλήνα. Κατά τη ροή του ρευστού, διευκολύνει να χρησιμοποιηθεί η μέση ταχύτητα, που παραμένει σταθερή κατά την ασυμπιεστή ροή, όταν το εμβαδόν του σωλήνα παραμένει σταθερό. Η τιμή της μέσης ταχύτητας προσδιορίζεται από την απαίτηση για την ικανοποίηση της αρχής διατήρησης της μάζας. Δηλαδή, η παροχή της μάζας διαμέτρου του σωλήνα υπολογίζεται αν χρησιμοποιηθεί η μέση ταχύτητα από τη σχέση:

$$(2.5)$$

και θα ισούται με την πραγματική παροχή μάζας. Εδώ ρ είναι η πυκνότητα του ρευστού και δ το εμβαδόν διατομής, το οποίο για έναν



Σχήμα 2.2: Η ροή διαμέσου ενός σωλήνα

κυκλικό σωλήνα όπως στο σχήμα 2.1 ισούται με $A_c = \frac{1}{4} \pi D^2$. Όταν το ρευστό θερμένεται ή ψύχεται καθώς κινείται μέσα στο σωλήνα, η θερμοκρασία του σε οποιοδήποτε διατομή μεταβάλλεται από την T_s που επικρατεί στην επιφάνεια του τοιχώματος στην συγκεκριμένη διατομή και μπορεί να φτάσει μέχρι ένα μέγιστο (ή ελάχιστο στην περίπτωση της θέρμανσης) στο κέντρο του σωλήνα. Όταν έχουμε θέρμανση με ηλεκτρική αντίσταση, η εξίσωση της διατήρησης της ενέργειας στην περίπτωση της μόνιμης ροής ρευστού σε έναν σωλήνα είναι:

$$\dot{Q} = \dot{m} C_p (T_e - T_i) \quad (2.6)$$

όπου T_i και T_e είναι οι μέσες θερμοκρασίες ρευστού στην είσοδο και έξοδο του σωλήνα, αντίστοιχα, και \dot{Q} είναι ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας από ή προς το ρευστό. Η τριβή μεταξύ των στρωμάτων του ρευστού σε έναν σωλήνα αυξάνει ελαφρά τη θερμοκρασία λόγω της μετατροπής της μηχανικής ενέργειας σε θερμική. Η ροή θερμότητας με συναγωγή σε οποιαδήποτε θέση του σωλήνα μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$\dot{q} = h (T_s - T_m) \quad (2.7)$$

όπου h είναι ο τοπικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας και T_s και T_m είναι η θερμοκρασία επιφάνειας και η μέση θερμοκρασία του ρευστού στη συγκεκριμένη θέση. Όμως κατά την θέρμανση ή την ψύξη η T_m που διαρρέει το σωλήνα θα πρέπει να μεταβληθεί. Επομένως όταν $h = \text{σταθερό}$, είτε η θερμοκρασία επιφάνειας T_s θα πρέπει να μεταβληθεί όταν $\dot{q}_s = \text{σταθερή}$, και ανάλογα η ροή θερμότητας στην επιφάνεια \dot{q}_s θα πρέπει να μεταβληθεί όταν $T_s = \text{σταθερή}$ αλλά όχι και τα δύο. Με σταθερή θερμοκρασία επιφάνειας σύμφωνα με τον νόμο του Newton ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας από ή προς ένα ρευστό που διαρρέει έναν σωλήνα είναι:

$$\dot{Q} = h A \Delta T_{ave} = h A (T_s - T_m) \quad (2.8)$$

όπου A είναι το εμβαδόν μεταφοράς θερμότητας(ισούται με πDL) με μήκος L και ΔT_{ave} είναι η κατάλληλη μέση διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ρευστού και της επιφάνειας. Η αριθμητική μέση διαφορά θερμοκρασίας είναι:

$$\Delta T_{ave} = \frac{\Delta T_i - \Delta T_e}{2} = \frac{(T_s - T_i) + (T_s - T_e)}{2} = T_s - \frac{T_i + T_e}{2} = T_s - T_b \quad (2.9)$$

όπου $T_b = \frac{1}{2} (T_i + T_e)$ είναι η μέση θερμοκρασία της κύριας μάζας του ρευστού(ή του κύριου όγκου του ρευστού), η οποία αποτελεί τον αριθμητικό μέσο όρο των μέσων θερμοκρασιών στην είσοδο και στην έξοδο του σωλήνα. Η μέση θερμοκρασία του ρευστού μεταβάλλεται γραμμικά κατά μήκος του σωλήνα. Το ισοζύγιο ενέργειας σε ένα διαφορικό όγκο ελέγχου είναι:

$$m = C_p dT_m = h (T_s - T_m) dA \quad (2.10)$$

δηλαδή η αύξηση της ενέργειας που παριστάνεται με μια αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του κατά dT_m ισούται με τη θερμότητα που μεταφέρεται με συναγωγή προς το ρευστό από την επιφάνεια του σωλήνα. Ο αριθμός Reynolds για τη ροή σε έναν κυκλικό σωλήνα με διάμετρο D ορίζεται ως εξής:

$$Re = \frac{V_m D}{\nu} \quad (2.11)$$

Όπου V_m είναι η μέση ταχύτητα και ν το κινηματικό ιξώδες του ρευστού. Κατά το μήκος του σωλήνα αναπτύσσεται ένα οριακό στρώμα ταχύτητας. Το πάχος αυτού του οριακού στρώματος αυξάνεται προς την κατεύθυνση της ροής μέχρι το οριακό στρώμα να φτάσει στο κέντρο του σωλήνα και έτσι γεμίζει ολόκληρο το σωλήνα. Η περιοχή ροής στην οποία αναπτύσσεται το θερμικό οριακό στρώμα και φτάνει στο κέντρο του σωλήνα ονομάζεται περιοχή θερμικής εισόδου ενώ το μήκος αυτής της περιοχής ονομάζεται μήκος θερμικής εισόδου. Η κατανομή των θερμοκρασιών σε μια θερμικά ανεπτυγμένη περιοχή μπορεί να μεταβληθεί με το X στη διεύθυνση της ροής. Στην τυρβώδη ροή το μήκος θερμικής εισόδου είναι ανεξάρτητα από τους αριθμούς Re ή Pr και γενικά ισούται με:

$$L_{h,turbulent} \approx L_{t,turbulent} \approx 10D \quad (2.12)$$

Η πτώση πίεσης και η ροή θερμότητας είναι υψηλότερες στις περιοχές εισόδου ενός σωλήνα, στις οποίες περιοχές ενισχύονται οι συντελεστές μέσης τριβής και μεταφοράς θερμότητας για ολόκληρο το σωλήνα. Η τυρβώδης ροή σε σωλήνες όπου ο αριθμός $Re > 4000$, ο συντελεστής τριβής πλήρους είναι:

$$f = 0.184 Re^{-0.2} \quad (2.13)$$

και ο αριθμός Nusselt είναι:

$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n \quad \left(\begin{array}{l} 0.7 \leq Pr \leq 160 \\ Re > 10.000 \end{array} \right) (2.14)$$

Όπου $n=0.4$ για τη θέρμανση και 0.3 για την ψύξη του ρευστού που διαρρέει το σωλήνα.

2.3.Μετάδοση θερμότητας με κοιλότητα σε σωλήνες διασταυρούμενης ροής

Η ταχύτητα του ρευστού μεταβάλλεται από μία μηδενική από την επιφάνεια σε μία μέγιστη ταχύτητα στο κέντρο του σωλήνα. Τα βασικά χαρακτηριστικά των προφίλ ταχυτήτων είναι οι κεντρικές δίνες (κάθετα και οριζόντια). Οι διαφορές της επανακυκλοφορίας μέσα στην κοιλότητα είναι ότι για χαμηλούς αριθμούς Re το κέντρο της κύριας δίνης είναι στην επιφάνεια της κοιλότητας ενώ για μεγάλους αριθμούς Re κοντά στο κέντρο της κοιλότητας. Οι δίνες που σχηματίζονται μέσα στην κοιλότητα είναι η κύρια δίνη, Taylor-Gortler-Like δίνες (TGL), οι γωνιακές και οι δευτερεύουσες δίνες. Η γωνιακή δίνη είναι ο δεύτερος τοίχος του σωλήνα που προσπίπτει η ροή δημιουργείται από το συνδυασμό των διατμητικών δυνάμεων και των δυνάμεων πίεσης. Οι TGL δίνες δημιουργούνται επειδή η επιφάνεια αποκόλλησης μεταξύ της κύριας δίνης και της κατάντη δευτερεύουσας δίνης (ΚΔΔ) είναι καμπυλοειδής. Η καμπυλοειδής επιφάνεια δημιουργεί μία αστάθεια διαμορφώνοντας έτσι τις TGL δίνες. Η χωρική κατανομή και το μέγεθος των TGL δινών επηρεάζεται από την καμπυλοειδή επιφάνεια αποκόλλησης (μεταξύ της κύριας δίνης και της ΚΔΔ). Έτσι κάθε μεταβολή στο μέγεθος της ΚΔΔ είναι υπεύθυνη για τις αλλαγές των χαρακτηριστικών των TGL δινών. Σε χαμηλούς αριθμούς Re οι TGL δίνες είναι πιο ανομοιόμορφες σε μέγεθος και ομοίως κατανεμημένες. Επειδή η κατανομή αυτών των δινών εξαρτάται με το χρόνο, συμπεράνεται πως αυτές οι δίνες κινούνται σε διεύθυνση κατά μήκος της κοιλότητας. Σε υψηλούς αριθμούς Re δηλαδή η ροή να είναι τυρβώδης χαρακτηρίζεται από τρισδιάστατες στροβιλώδεις διακυμάνσεις, τυχαία κίνηση και μεγάλη διαχυτότητα. Ο αριθμός Re μέσα στην κοιλότητα ορίζεται ως εξής:

$$Re = \frac{u_m L}{\nu} \quad (2.15)$$

Όπου L είναι το μήκος της κοιλότητας, ν το κινηματικό ιξώδες και u_m η ταχύτητα της κύριας δίνης

2.4.Σκοπός της εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετάται πειραματικά η επίδραση του ρυθμού συναγωγής θερμότητας σε σφαιρικές και επίπεδες επιφάνειες σε διασταυρούμενη ροή αναλόγως με το βάθος της κοιλότητας σε κυλινδρικό σωλήνα καθώς και την επίδραση της θερμοκρασίας από την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια 100W,250W και την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια 227W.

3.ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το κεφάλαιο αυτό έχει σαν σκοπό να περιγράψει τον εξοπλισμό και τη μεθοδολογία που απαιτήθηκαν για την εκπόνηση της διπλωματικής. Αναλυτικότερα παρουσιάζονται παρακάτω τα στοιχεία αυτά:

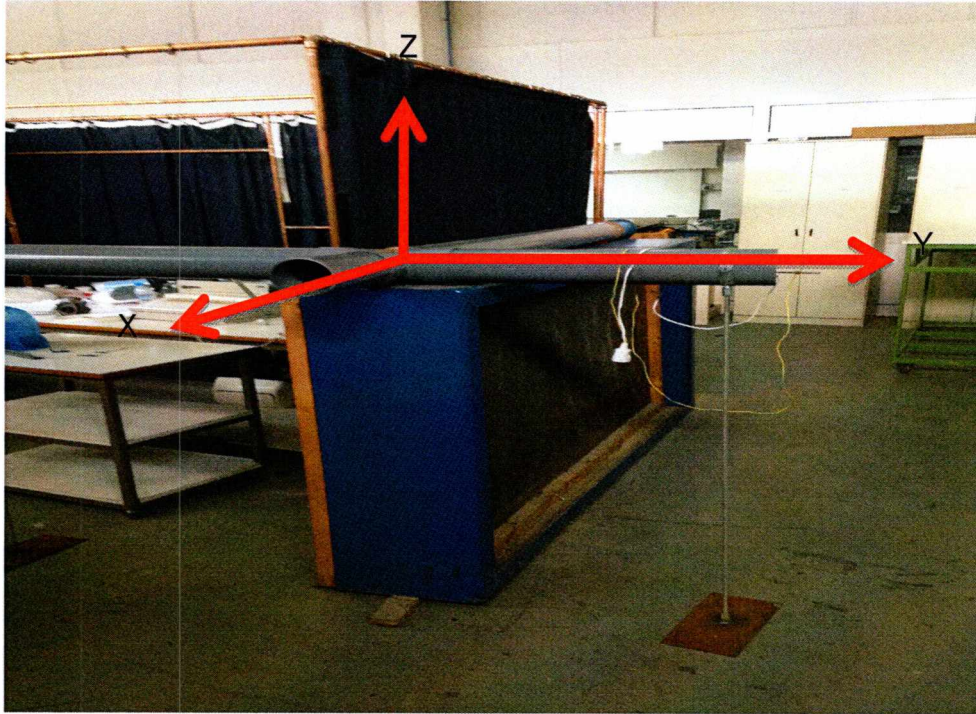
Το πρώτο μέρος αυτού του κεφαλαίου αφιερώνεται στην παρουσίαση και περιγραφή των στοιχείων που συγκροτούν την διάταξη η οποία χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή των μετρήσεων. Αυτά είναι:

1. Σωλήνας με διασταυρούμενη ροή
2. Μετρητικά όργανα και ακρίβεια μετρήσεων
3. Στοιχεία μοντέλων

3.1.Περιγραφή πειραματικής διάταξης

3.1.1.Σωλήνας με διασταυρούμενη ροή

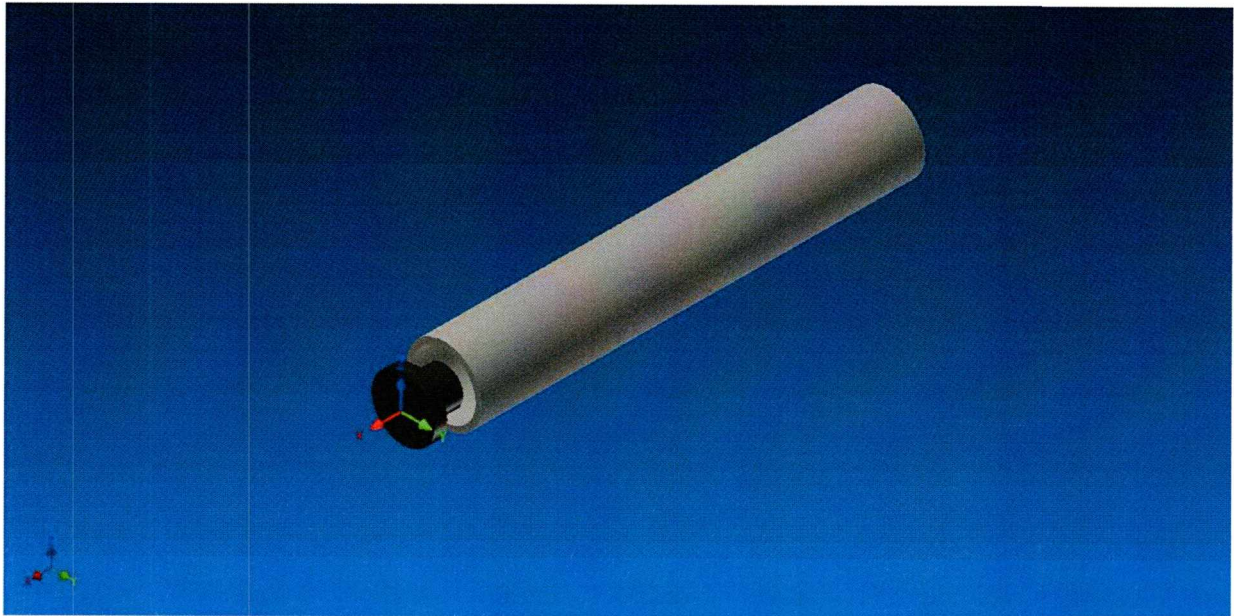
Για τα πειράματα χρησιμοποιήθηκαν τρεις σωλήνες. Οι διαστάσεις του κάθε σωλήνα είναι 2.72 m μήκος του κεντρικού σωλήνα, 1.28m μήκος σωλήνασπου τοποθετήθηκε για την FLIR INFARED CAMERA και 70 cm μήκος που τοποθετήθηκε για τις σφαιρικές επιφάνειες και την επίπεδη επιφάνεια. Οι διάμετρος τους είναι $D = 120\text{mm}$. Ο κεντρικός σωλήνας είναι ενωμένος μ' έναν φουσητήρα.



Σχήμα 3.1: Σωλήνας διασταυρούμενης ροής



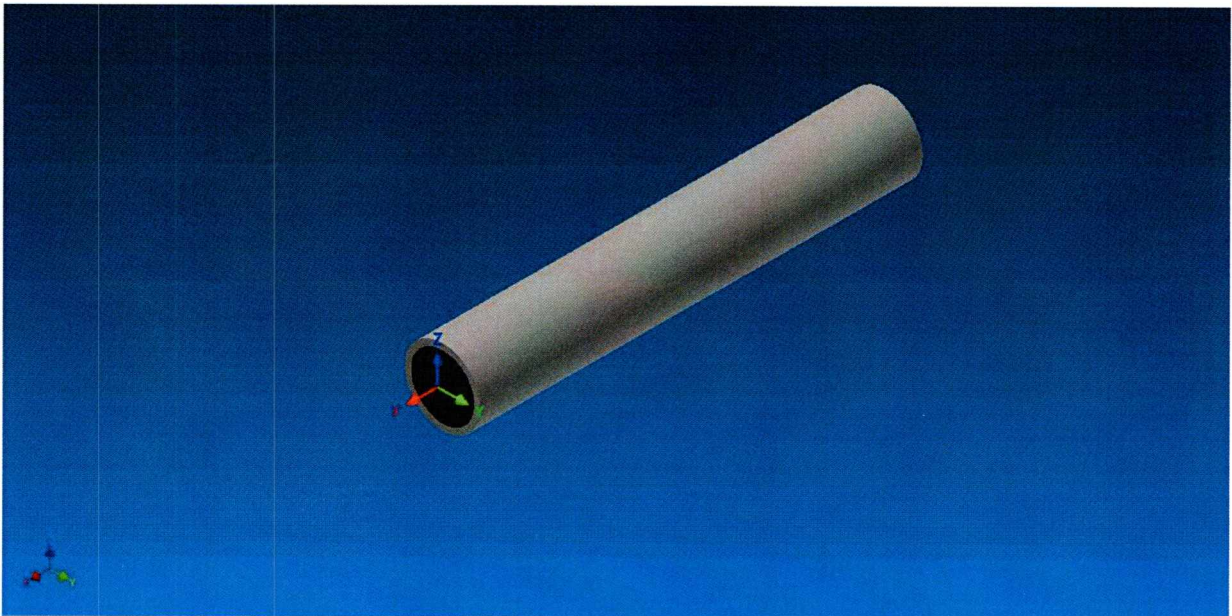
Σχήμα 3.2: Μεσαία κοιλότητα για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια $Y = 0 \text{ mm}$



Σχήμα 3.3: Πολύ μικρή κοιλότητα για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια
 $Y = +25 \text{ mm}$



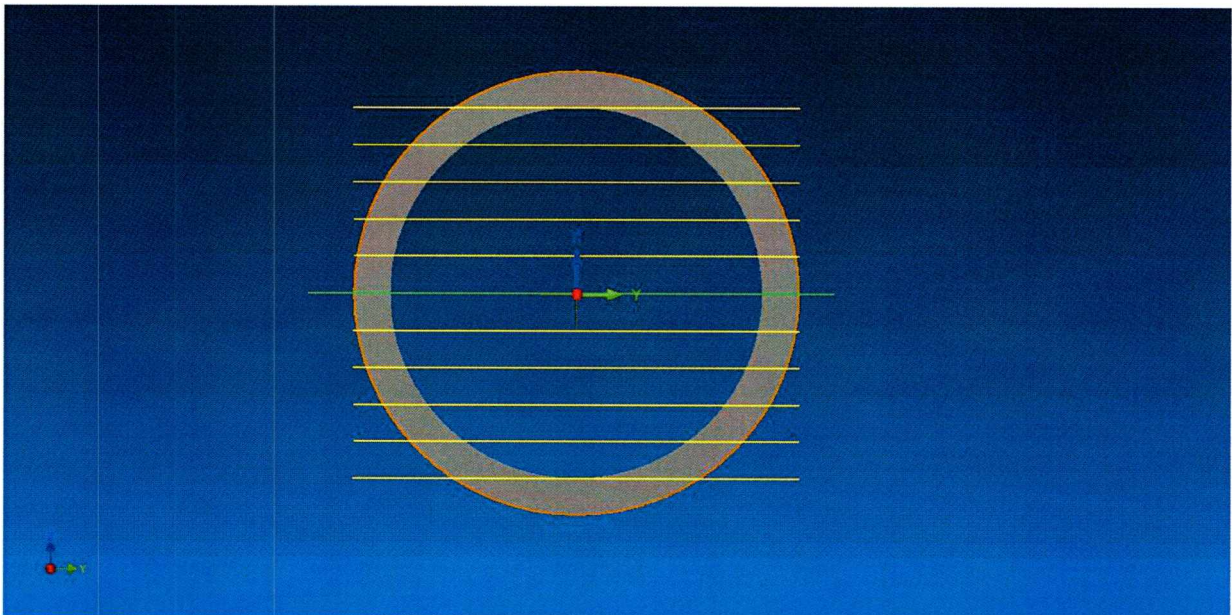
Σχήμα 3.4: Μεγάλη κοιλότητα για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια
 $Y = -25 \text{ mm}$



Σχήμα 3.5: Μεσαία κοιλότητα για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια
 $Y = 0 \text{ mm}$



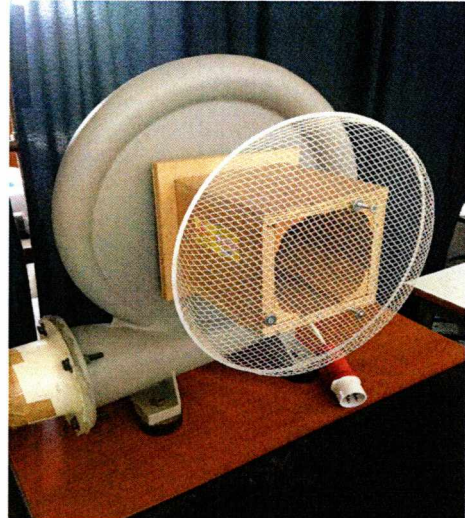
Σχήμα 3.6: Πολύ μικρή κοιλότητα για την για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια $Y = +45 \text{ mm}$



Σχήμα 3.7: Οι μετρήσεις που γίνανε πάνω και κάτω από τον άξονα συμμετρίας για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια

3.1.1.2.Φυσητήρας

Η ροή του αέρα στον κεντρικό σωλήνα παρέχεται από έναν Φυσητήρα όπου η ισχύς ρυθμίζεται με έναν inverter.



Σχήμα 3.1.1.1:Φυσητήρας

3.1.1.3.Inverter

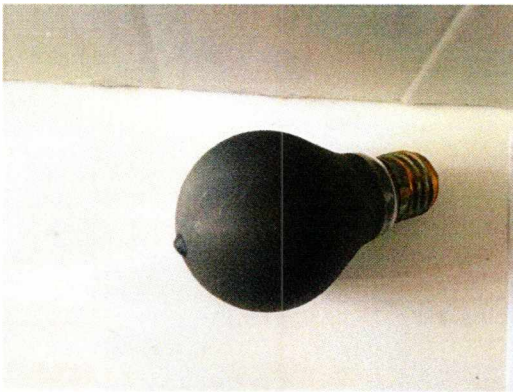
Ο Inverter,ο οποίος κινεί τον φυσητήρα είναι τύπου SIEMENSMicromaster και έχει εύρος συχνοτήτων από 0 έως 650Hz με βήμα 0.1Hz.Το ρεύμα τροφοδοσίας του είναι 200-240V και η μέγιστη ισχύς του 1.5kW.



Σχήμα 3.1.1.2:Inverter

3.1.1.4. Σφαιρικές Θερμενόμενες Επιφάνειες 100W και 200W

Οι σφαιρικές θερμενόμενες επιφάνειες αυτές χρησιμοποιήθηκαν για να μεταδώσουν θερμότητα μέσα στον σωλήνα και οι οποίες βάφτηκαν με μία μαύρη μπογιά για να μπορεί να τις διακρίνει η FLIR INFAREDCAMERA.



Σχήμα 3.1.1.3: Σφαιρική επιφάνεια 200 W



Σχήμα 3.1.1.4: Σφαιρική επιφάνεια 100W

3.1.1.5. Βάση των θερμενόμενων σφαιρικών επιπέδων

Η βάση αυτή βοήθησε στο να μπορεί να τοποθετήσει τις σφαιρικές θερμενόμενες επιφάνειες σε διάφορες θέσεις κατά τον άξονα του Υ μέσα στον σωλήνα. Αποτελείται από πέντε ντίζες και τέσσερους δίσκους και για να κρατηθούν στην θέση που είναι χρησιμοποιήθηκαν τριάντα-δύο παξιμάδια και ροδέλες. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν θερμομονωτικά στα καλώδια για να μην λιώσουν.



Σχήμα 3.1.1.5: Βάση των θερμενόμενων σφαιρικών επιπέδων

3.1.1.6. Βάση της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας

Στην συγκεκριμένη βάση χρησιμοποιήθηκε ένας δίσκος για να διατηρείται στην ίδια θέση το μάτι και μία ντίζα. Επίσης προστέθηκε και ένα θερμομονωτικό υλικό γύρω από την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια για να μην λιώσει σωλήνας όταν αυτό θα φτάσει στις υψηλές θερμοκρασίες. Η θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια είναι 227W.



Σχήμα 3.1.1.6: Βάση της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας

3.2.Μετρητικά όργανα και ακρίβεια μετρήσεων

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω μετρητικά όργανα:

1. Θερμικό ανεμόμετρο
2. FLIR INFARED CAMERA
3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής
4. Ηλεκτρικό πολύμετρο Protek
5. FLIR INFAREDCAMERA χειροκίνητη

3.2.1.Θερμικό ανεμόμετρο

Για τις μετρήσεις της ταχύτητας και της θερμοκρασίας στο πείραμα μας χρησιμοποιήθηκε είναι hot-wire TSI. Το hot-wire χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά για την μέτρηση της ταχύτητας αερίων στην έξοδο του σωλήνα. Το ανεμόμετρο θερμού σύρματος στηρίζεται στην αρχή ότι όταν γύρω από ένα θερμό σώμα ρέει ταχύτητα, το θερμαινόμενο σώμα θα ψυχθεί και ο ρυθμός ψύξης του θα σχετίζεται με την ταχύτητα του αερίου. Με βάση αυτή την αρχή, αν εφαρμοστεί ένα σταθερό ρεύμα στο σύρμα, τότε η ψύξη θα προκαλέσει την αλλαγή της αντίστασης του και προφανώς της τάσης των άκρων του, (αφού η τάση ισούται με το γινόμενο της αντίστασης επί την ένταση του ρεύματος).

Αν ρυθμίσουμε το ρεύμα έτσι ώστε να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του σύρματος, τότε η τιμή του ρεύματος θα σχετίζεται με την ταχύτητα του αερίου.



Σχήμα 3.2.1: Θερμικό ανεμόμετρο

3.2.2.Flir Infared Camera

Η φορητή Flir υπέρθεμη camera GF335 Broadband είναι εξαιρετικά ευαίσθητη χειρός με γρήγορους ρυθμούς καρέ. Η κάμερα FLIR GF335 είναι ιδανική για εφαρμογές που απαιτούν μία κινητή κάμερα που είναι σε θέση να ανιχνεύει πολύ λεπτές διαφορές θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία κυμαίνεται στους -20°C με $+300^{\circ}\text{C}$.



Σχήμα 3.2.2: Η FLIR Infrared Camera

3.2.3. Ηλεκτρονικός υπολογιστής

Για την καταγραφή των μετρήσεων με την FLIR INFARED CAMERA χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής με τα εξής χαρακτηριστικά:

1. κεντρική μονάδα με επεξεργαστή και μνήμης, κάρτα μετατροπής αναλογικού συστήματος σε ψηφιακό.

2. διάταξη η οποία μετέφερε το σήμα από τα σειριακά καλώδια σύνδεσης με την FLIR IFARED CAMERA στο πρόγραμμα της το οποίο ονομάζεται (thermocamera researcher professional).



Σχήμα 3.2.3: Η/Υ

3.2.4. Ηλεκτρικό Πολύμετρο Protek

Διπλή οθόνη για τη συχνότητα, τάση ρεύματος και μετρήσεις θερμοκρασίας True RMS AC τάση.

1. CV: 326mV-1,000V
2. ACV: 3.26V-750V
3. DCA: 32.6μA-10A
4. ACA: 32.6μA-10A
5. Resistance: 326Ω-32.6mΩ
6. Capacitance: 326nF - 32.6μF
7. Frequency: 32.6kHz-200kHz
8. Transistor test: 0-1,000
9. Battery: 9V 6F22
10. Max. display: 3260



Σχήμα 3.2.4: Ηλεκτρικό πολύμετρο Protek

3.2.5.FLIR INFARED CAMERAχειροκίνητη

Ανιχνευτής με 160 x 120 pixels υπέρυθρη ανάλυση 19.200 pixels, ευρύ φάσμα θερμοκρασίας: -20 ° C έως 350 ° C με ± 2% ή 2 ° C ακρίβεια 0.1 ° C με 30 ° C, θερμική ευαισθησία (N.E.T.D), χειροκίνητη εστίαση, σταθερής εστίασης, ενσωματωμένος δείκτης λέιζερ, 3.5" οθόνη αφής LCD. Οι λειτουργίες περιλαμβάνουν IR διόρθωση Παράθυρο Τρόποι μέτρησης: 1 κινητό σποτ, 1 Περιοχή (Min / Max / Μέση), Αυτόματη αναγνώριση θερμού / ψυχρού δείκτη τόπου, ισοθερμική (πάνω / κάτω) μικρογραφία γκαλερί εικόνων, ραδιομετρική IR Video Streaming στον υπολογιστή μέσω USB, υποδοχή κάρτας μνήμης για την αποθήκευση εικόνας (πάνω από 1.000 εικόνες ραδιομετρική JPEG), πλήρης με κάρτα μνήμης, μπαταρία Li-Ion επαναφορτιζόμενη μπαταρία, τροφοδοτικό, καλώδιο USB, λουράκι χεριού, το κάλυμμα του φακού και σκληρή θήκη μεταφοράς, περιλαμβάνει FLIR εργαλεία λογισμικού για την ανάλυση των ραδιομετρικών εικόνων.

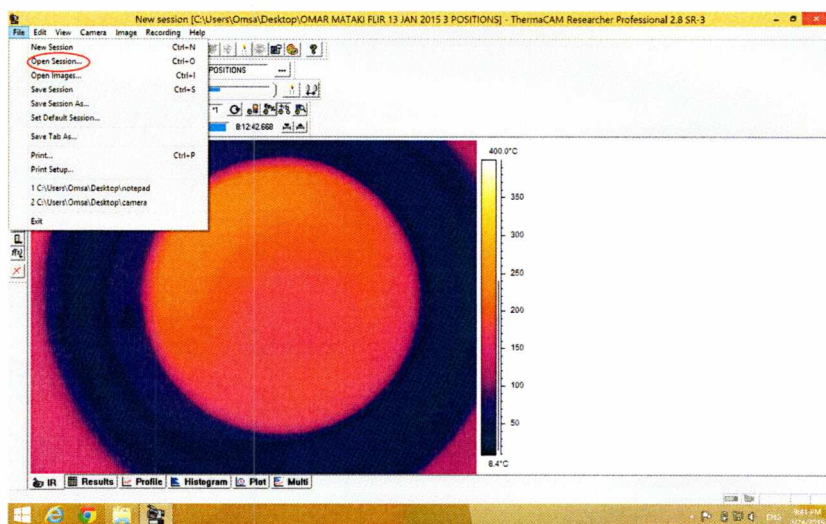


Σχήμα 3.2.5: FLIR INFARED CAMERAχειροκίνητη

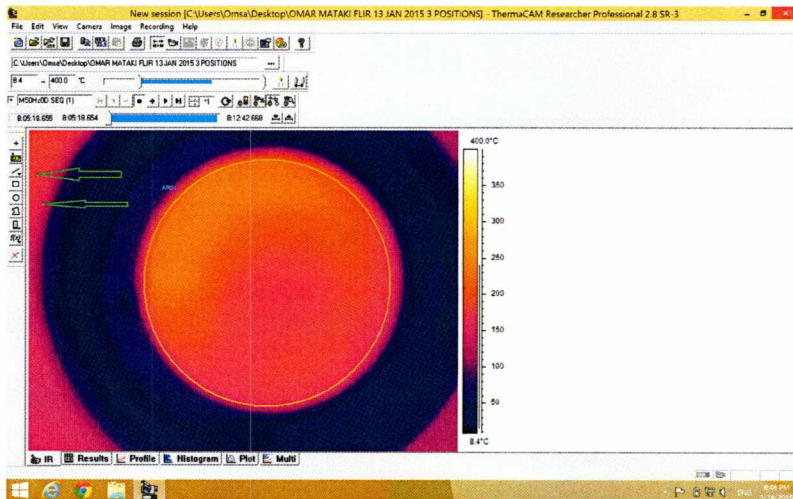
3.3. Μεθοδολογία λήψης και επεξεργασίας δεδομένων από την FLIR INFARED CAMERA

Οι λήψεις που έγιναν με την FLIR INFARED CAMERA βοήθησε να “σχεδιαστούν” κάποια διαγράμματα τα οποία φαίνονται στα παρακάτω κεφάλαια. Τα βήματα που ακολούθησαν αναλύονται παρακάτω:

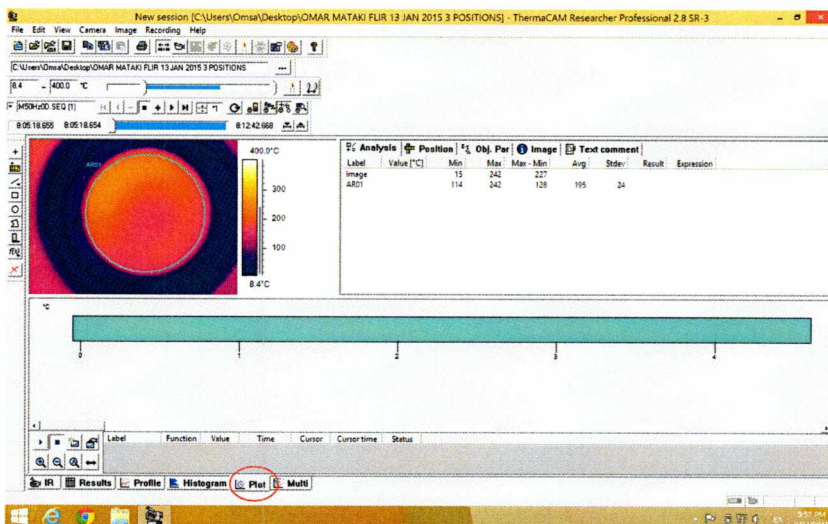
1) Αρχικά εισάγουμε το βίντεο που τραβήχτηκε με την FLIR INFAREDCAMERA (file open session)

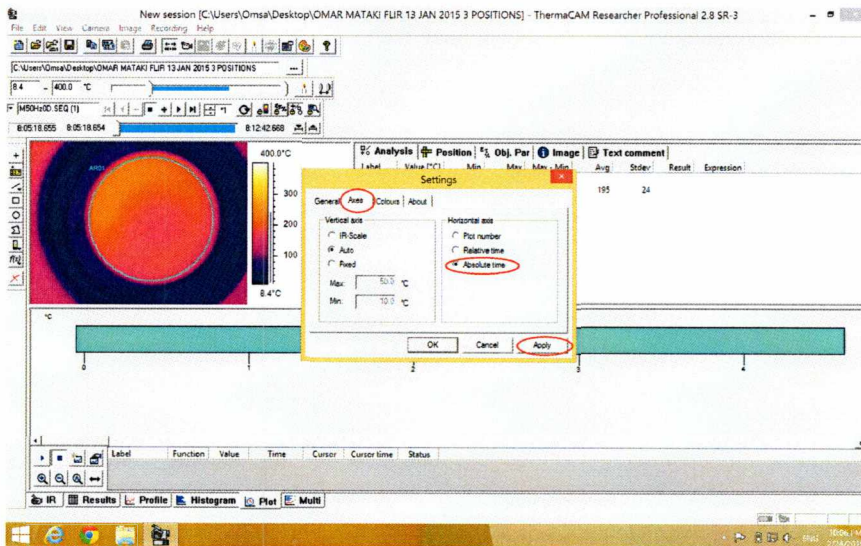
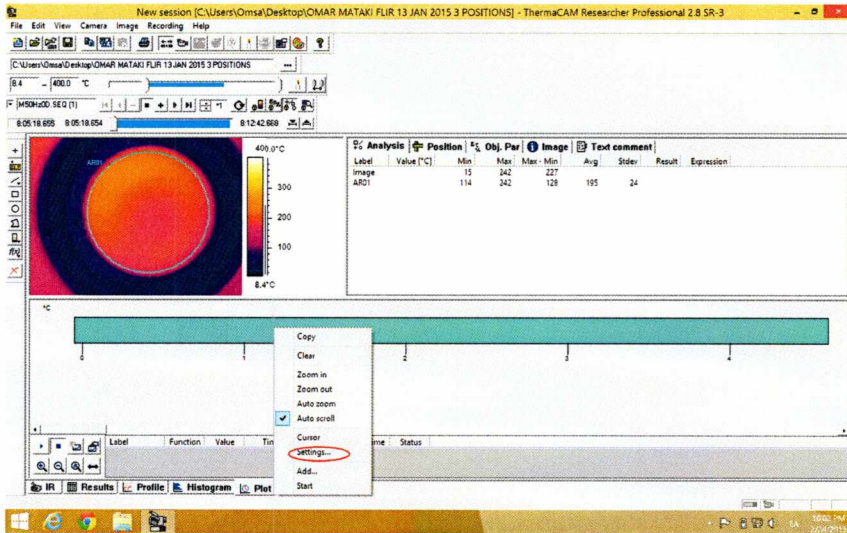


2) Έπειτα πατάμε την εντολή add circle ή add line/cursor τα οποία είναι δίπλα στην εικόνα για το βίντεο και πέρνουμε την περίμετρο του κύκλου ή σχεδιάζουμε την γραμμή κατά τον άξονα του Υ ή του Z για να βρούμε την μέση θερμοκρασία συναρτήση του χρόνου.

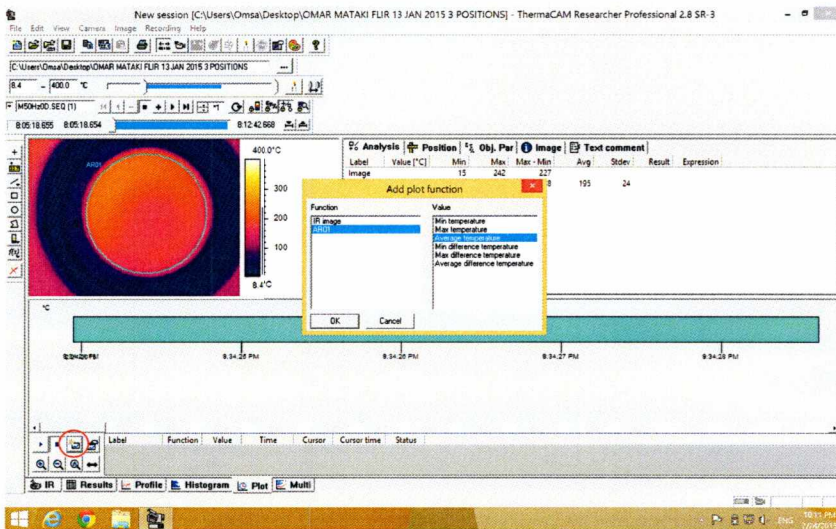


3) Στη συνέχεια πατάμε την εντολή plot η οποία είναι κάτω κάτω. Στη μέση του προγράμματος θα μας βγάλει συντεταγμένες της θερμοκρασίας όπου είναι ο άξονας Y και για του χρόνου όπου είναι ο άξονας X, θα πατήσουμε δεξί κλικ επάνω στο δράγραμμα μετά settings axes absolute time apply ok

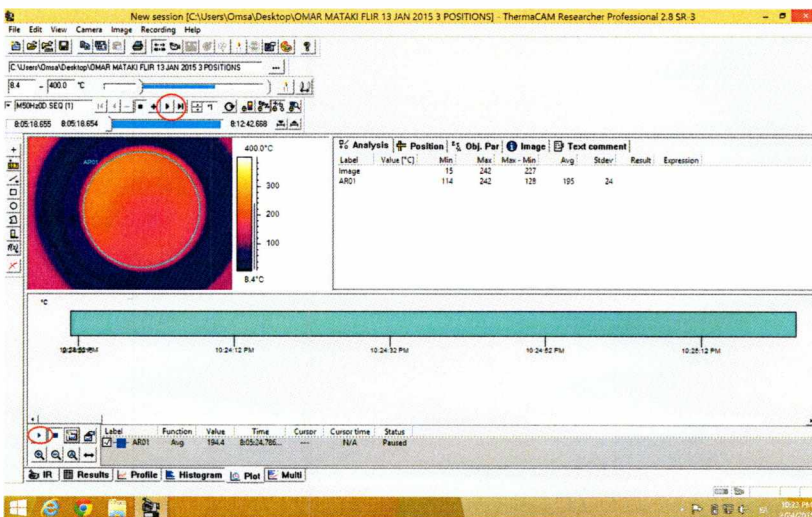




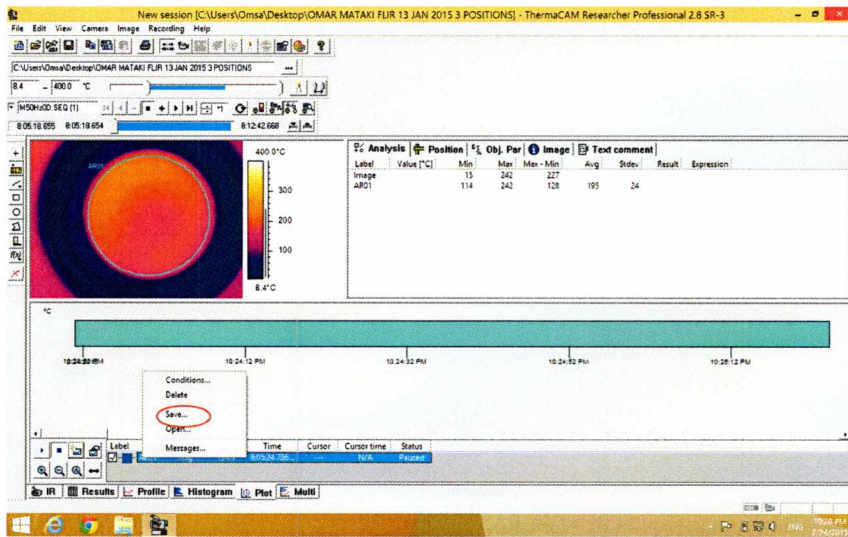
4) Έπειτα πατάμε add plot function AR01 average temperature ok



5) Στη συνέχεια πατάμε πρώτα start plotting το οποίο είναι κάτω κάτω και μετά start το βίντεο που έχουμε τραβήξει με την κάμερα



6) Τέλος πατάμε πάνω στο μπλε AR01 το οποίο είναι στο κάτω μέρος του προγράμματος, δεξί κλικ και μετά save.



4. ΠΕΔΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Το όργανο το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις της ταχύτητας και της θερμοκρασίας είναι το θερμικό ανεμόμετρο όπου μετρήθηκαν κατά τον άξονα του Y , στα 50Hz, 45Hz, 40Hz, 35Hz, 30Hz, 25Hz, 20Hz, 15Hz, 7Hz.

Στην αρχή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε μία σφαιρική επιφάνεια 100W με διάμετρο 50mm όπου χωρίζονται σε 1) μεσαία κοιλότητα ($Y=0\text{mm}$), 2) μεγάλη κοιλότητα ($Y=-25\text{mm}$) και 3) πολύ μικρή κοιλότητα ($Y=+25\text{mm}$). Η μεσαία κοιλότητα είναι στην θέση όπου η κορυφή της σφαιρικής επιφάνειας βρίσκεται στην ίδια επιφάνεια με του σωλήνα, η μεγάλη κοιλότητα είναι 25mm προς τα μέσα του σωλήνα και η πολύ μικρή κοιλότητα είναι 25mm έξω από την επιφάνεια του σωλήνα. Για να μπορεί να βιντεοσκοπηθεί η σφαιρική επιφάνεια κατά την διάρκεια των πειραμάτων έπρεπε να βαφτεί μαύρη είτε ήταν θερμενόμενη είτε όχι. Φτιάχτηκε η βάση της σφαιρικής επιφάνειας για να μπορεί να τοποθετηθεί σε διαφορετική θέση μέσα στον σωλήνα όπου αποτελείται από 5 ντίζες, τριάντα-δύο ροδέλες και παξιμάδια και τέσσεροι δίσκοι οι οποίοι οι δύο απ' αυτούς τους δίσκους βάφτηκαν μαύροι για τον ίδιο λόγο με την σφαιρική επιφάνεια. Έπειτα τοποθετήθηκε μία άλλη σφαιρική επιφάνεια 250W με διάμετρο 60mm, όπου και αυτή βάφτηκε μαύρη και τοποθετήθηκε στην ίδια βάση της 100W. Εδώ οι θέσεις της είναι μόνο $Y=+30\text{mm}$ δηλαδή πολύ μικρή κοιλότητα.

Στη συνέχεια του πειράματος αλλάξαμε την σφαιρική επιφάνεια και τοποθετήθηκε μία επίπεδη επιφάνεια 227W με διάμετρο 90mm. Η βάση του αποτελείται από μία ντίζα, ένα θερμομονωτικό και ένα δίσκο για να παραμείνει σταθερό. Οι θέσεις της επίπεδης επιφάνειας είναι $Y=0\text{mm}$ και $Y=+45\text{mm}$.

Τα αποτελέσματα τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω αφορούν τις μετρήσεις ταχυτήτων, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου, 15°C κατά μέσω όρου.

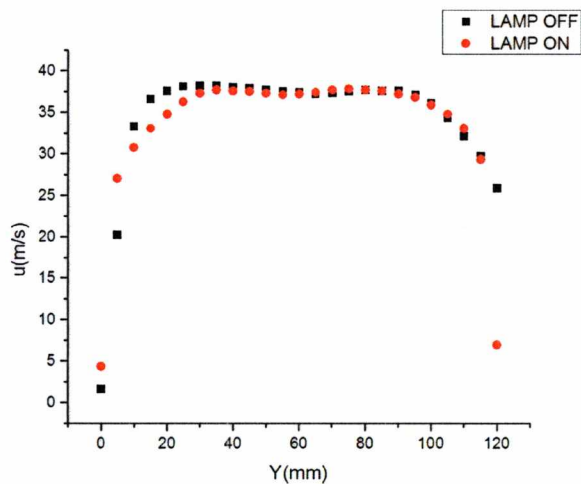
Πιο συγκεκριμένα θα γίνει παρουσίαση των διαγραμμάτων των ταχυτήτων $u(Y)$ των σφαιρικών επιπέδων 100W, 250W και της επίπεδης επιφάνειας

227W, όπου ο Y άξονας είναι κάθετως στην ροή του σωλήνα, τα οποία παρουσιάζονται για όλες τις ταχύτητες που αναπτύχθηκαν για το πείραμα, θα δούμε αργότερα τι προκύπτει από αυτά τα διαγράμματα και πως τα στοιχεία που εμφανίζονται στη διάταξη αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

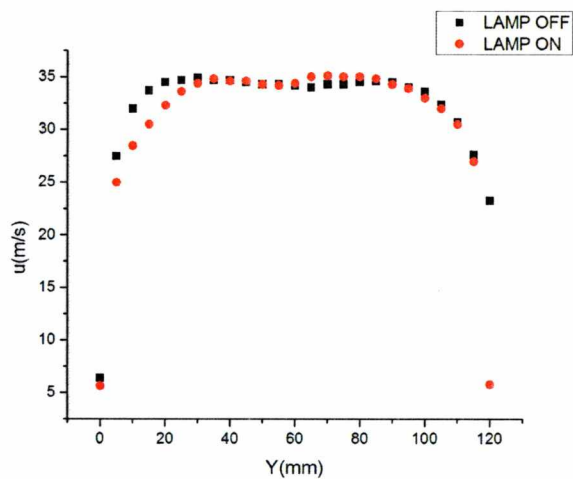
Οι μετρήσεις έγιναν μετά την κοιλότητα δηλαδή στην έξοδο της ροής από τον σωλήνα.

4.1.Μεσαία Κοιλότητα

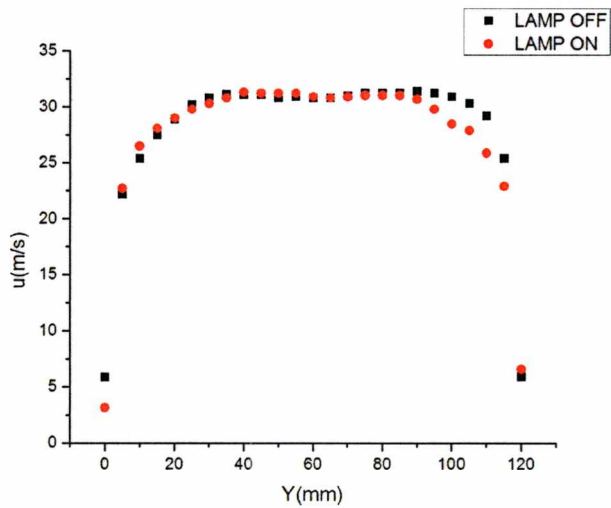
Τα διαγράμματα των ταχυτήτων της σφαιρικής επιφάνειας 100W και της επίπεδης επιφάνειας για την θέση $Y=0$ mm φαίνονται παρακάτω:



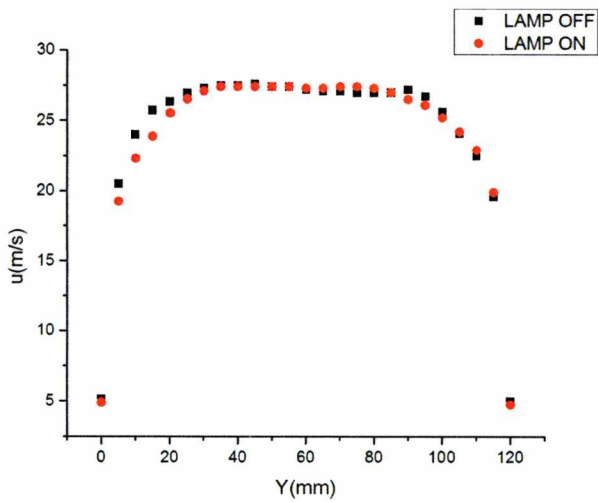
Σχήμα 4.1: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



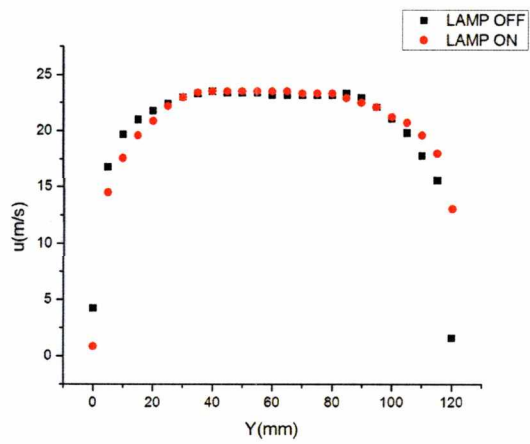
Σχήμα 4.2: Οι τιμές της ταχύτητας στα 45Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



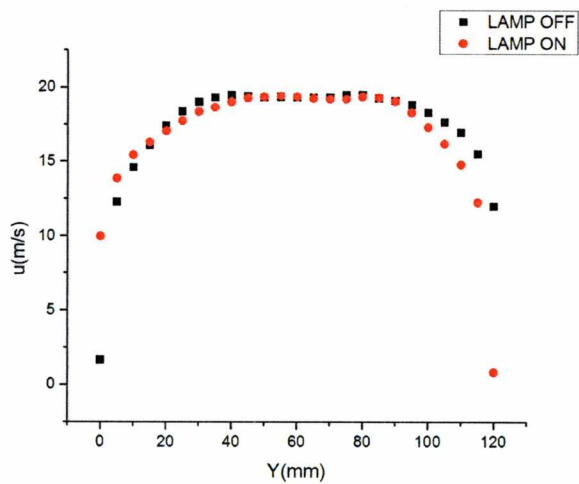
Σχήμα 4.3: Οι τιμές της ταχύτητας στα 40Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



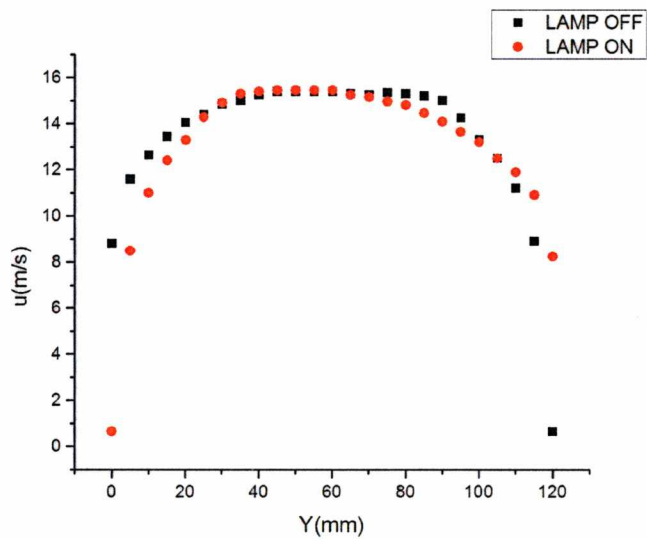
Σχήμα 4.4: Οι τιμές της ταχύτητας στα 35Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



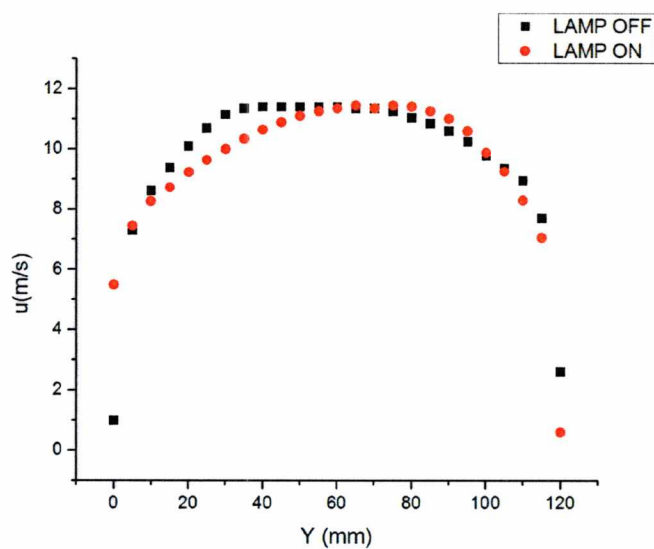
Σχήμα 4.5: Οι τιμές της ταχύτητας στα 30Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



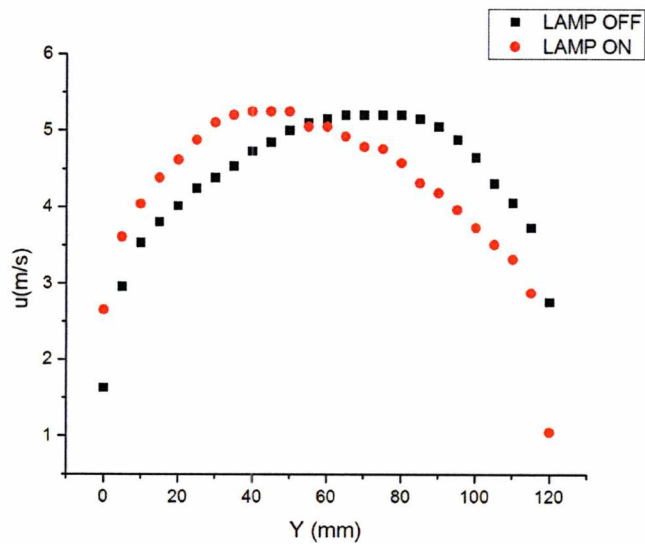
Σχήμα 4.6: Οι τιμές της ταχύτητας στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



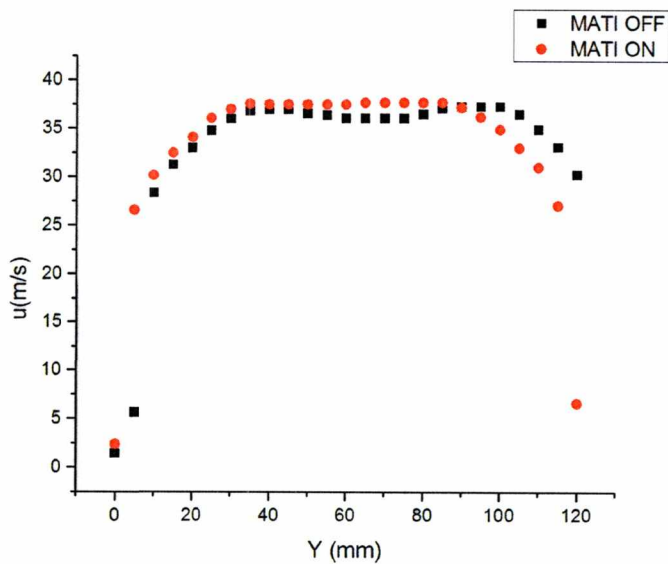
Σχήμα 4.7: Οι τιμές της ταχύτητας στα 20Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



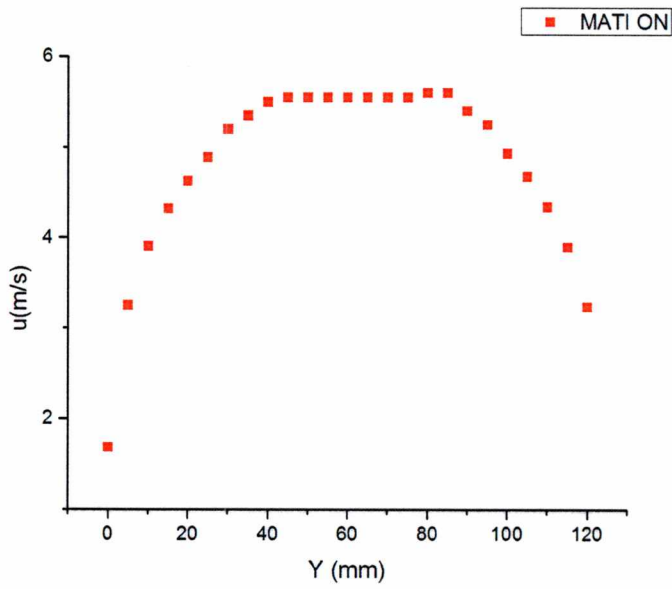
Σχήμα 4.8: Οι τιμές της ταχύτητας στα 15Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



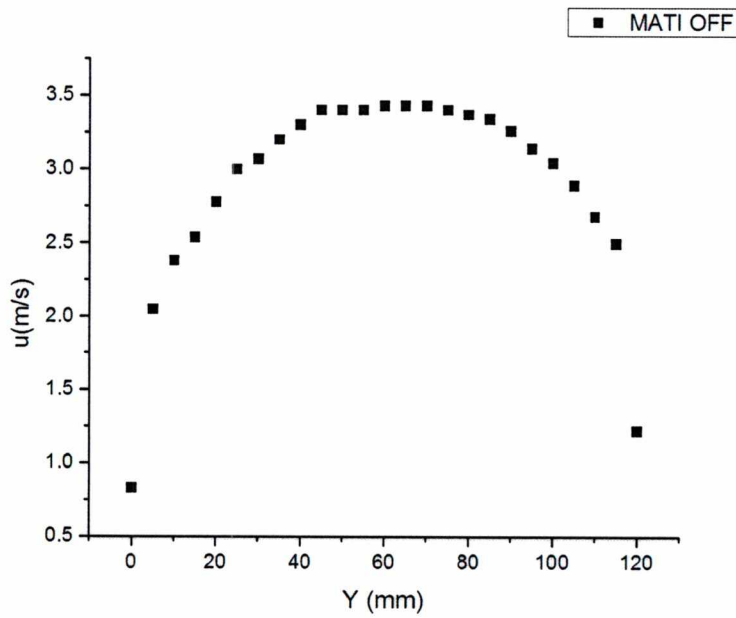
Σχήμα 4.9: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



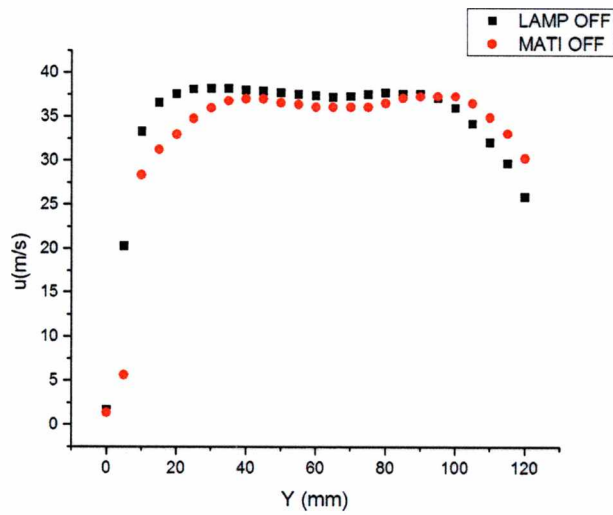
Σχήμα 4.10: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας



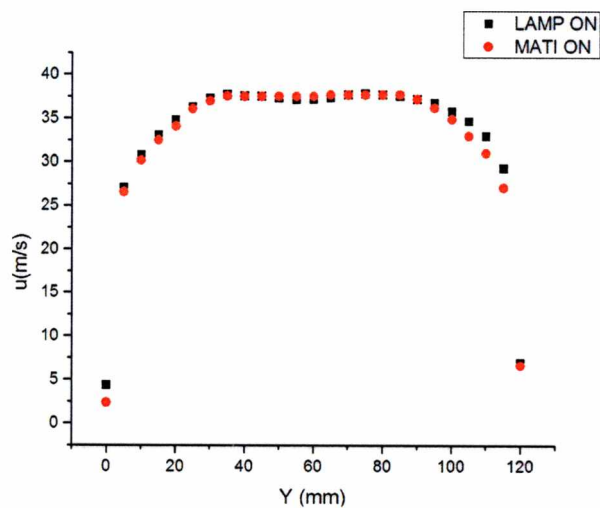
Σχήμα 4.11: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7.5Hz της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας



Σχήμα 4.12: Οι τιμές της ταχύτητας στα 5Hz της μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας



Σχήμα 4.13: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz για την μηθερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια (100W)-μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια



Σχήμα 4.14: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια (100W) –θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια (227 W)

Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι για την μεσαία κοιλότητα οι τιμές των ταχυτήτων της σφαιρικής επιφάνειας 100W και της επίπεδης επιφάνειας είναι ίδιες, είτε είναι μη θερμενόμενη η σφαιρική επιφάνεια είτε είναι θερμενόμενη, το ίδιο και για την επίπεδη επιφάνεια. Ακόμη παρατηρείται και σε χαμηλότερα Hz όπου η ταχύτητα είναι μικρότερη άρα και ο αριθμός Reynolds είναι μικρότερος στα 7Hz απ' ότι στα 50Hz.

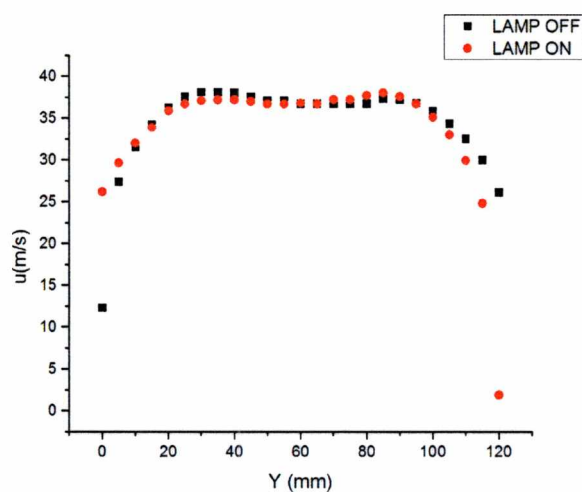
Σύμφωνα με το πείραμα υπολογίσαμε ότι στα 7Hz η θερμοκρασία κυμαίνεται στα 16.5°C στην έξοδο του σωλήνα και το κινηματικό ιξώδες του αέρα είναι $\nu = 1.47 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ και ο αριθμός Reynolds είναι $Re = 40.000$ και για στα 50Hz η θερμοκρασία κυμαίνεται στα 17.5°C και το κινηματικό ιξώδες του αέρα είναι $\nu = 1.48 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ και ο αριθμός Reynolds είναι

$Re = 300.000$. Ενώ από την άλλη με μη θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια στα 50Hz η θερμοκρασία κυμαίνεται στα 17.5°C και το κινηματικό ιξώδες το ίδιο με επάνω, άρα προκύπτει ο αριθμός Reynolds να είναι $Re = 300.000$ και για τα 7Hz, η θερμοκρασία κυμαίνεται στα 15.5°C και το κινηματικό ιξώδες είναι $\nu = 1.47 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ και ο αριθμός είναι $Re = 40.000$.

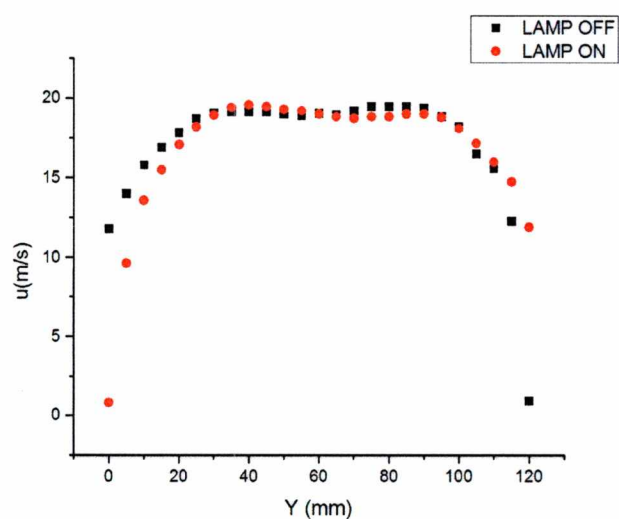
Παρατηρείται ούτε ο αριθμός Reynolds δεν επηρεάζεται το να είναι θερμενόμενη η σφαιρική επιφάνεια.

4.2.Μεγάλη κοιλότητα

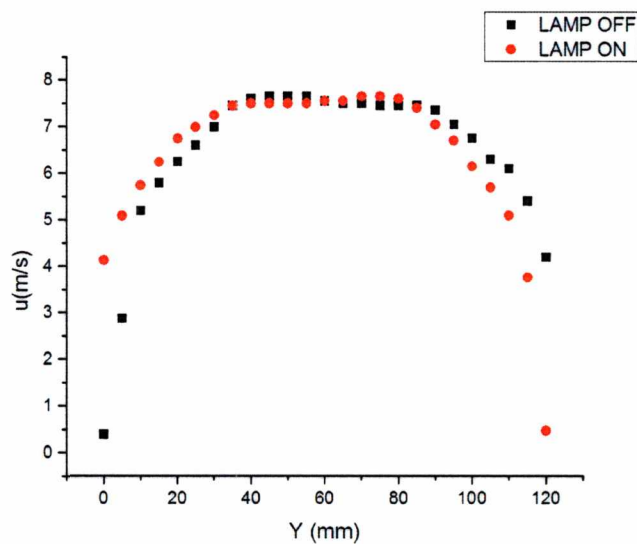
Τα διαγράμματα των ταχυτήτων της σφαιρικής επιφάνειας 100Wγια την θέση $Y = -25\text{mm}$ φαίνονται παρακάτω:



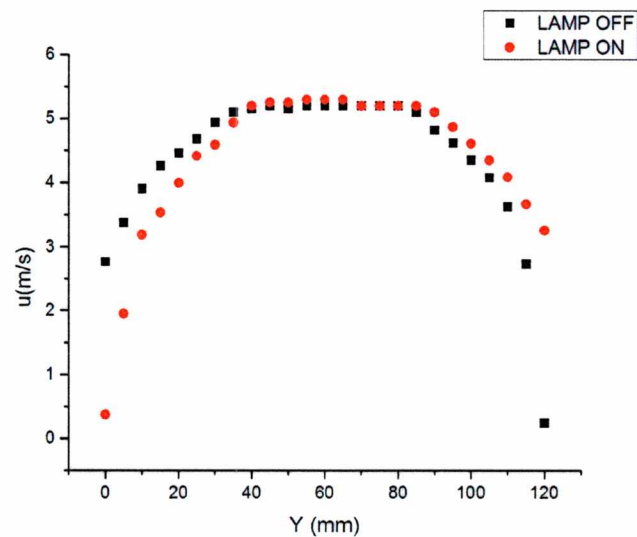
Σχήμα 4.2.1: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



Σχήμα 4.2.2: Οι τιμές της ταχύτητας στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



Σχήμα 4.2.3: Οι τιμές της ταχύτητας στα 10Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας

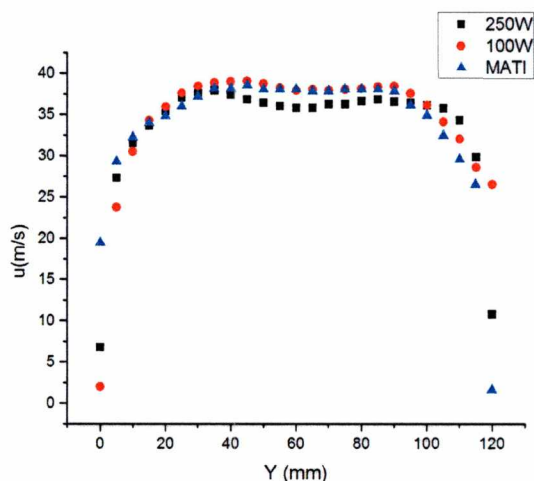


Σχήμα 4.2.4: Οι τιμές της ταχύτητας στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας

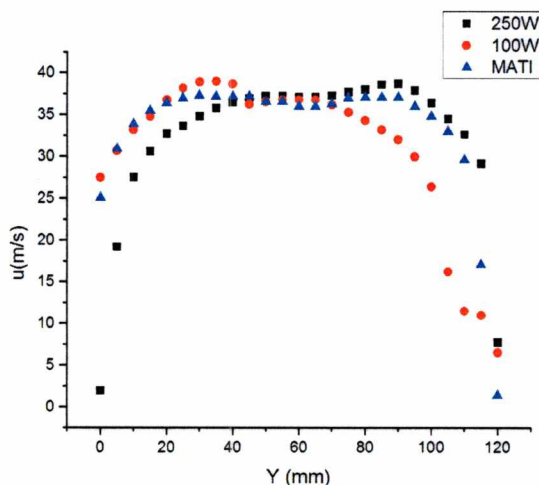
Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι οι τιμές των ταχυτήτων είναι ίδιες είτε είναι θερμενόμενη η σφαιρική επιφάνεια είτε όχι αλλά είναι χαμηλότερες από την μεσαία κοιλότητα. Αυτό οφείλεται από τις δίνες που σχηματίζονται μέσα στην κοιλότητα οι οποίες παραμένουν μέσα της. Επίσης η ταχύτητα δεν επηρεάζεται από την κοιλότητα σε μεγάλο διάστημα. Σε χαμηλούς αριθμούς Reynolds οι κύριες δίνες είναι πιο ανομοιόμορφες σε μέγεθος και ομοίως κατανεμημένες. Επειδή η κατανομή των δινών εξαρτάται με το χρόνο, συμπεραίνεται πως αυτές οι δίνες κινούνται σε διεύθυνση κατά μήκος της κοιλότητας. Επίσης η ροή είναι τυρβώδης με αποτέλεσμα να παρατηρούνται πρόσθετα φαινόμενα όπως έντονη διάχυση και διακυμάνσεις της στροβιλώδους κίνησης. Επίσης ο θερμός αέρας έχει εγκλωβιστεί μέσα στην κοιλότητα όπου με αυτά τα φαινόμενα έχουν σαν αποτέλεσμα να προκύψουν ίδια προφίλ ταχυτήτων.

4.3. Πολύ Μικρή κοιλότητα

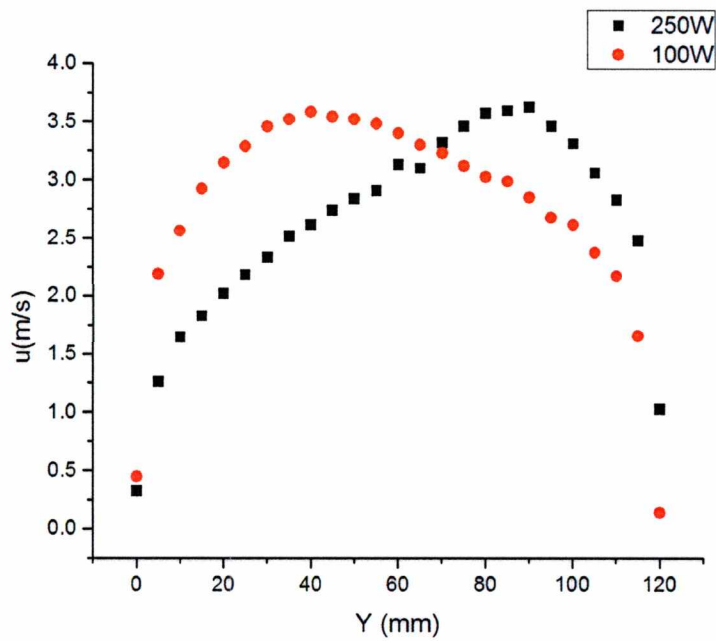
Τα διαγράμματα των ταχυτήτων της σφαιρικής επιφάνειας 100W, 250W και για την επίπεδη επιφάνεια στις θέσεις $Y=+25\text{mm}$, $Y = +30\text{mm}$, $Y=+45\text{mm}$ αντίστοιχα, που φαίνονται παρακάτω:



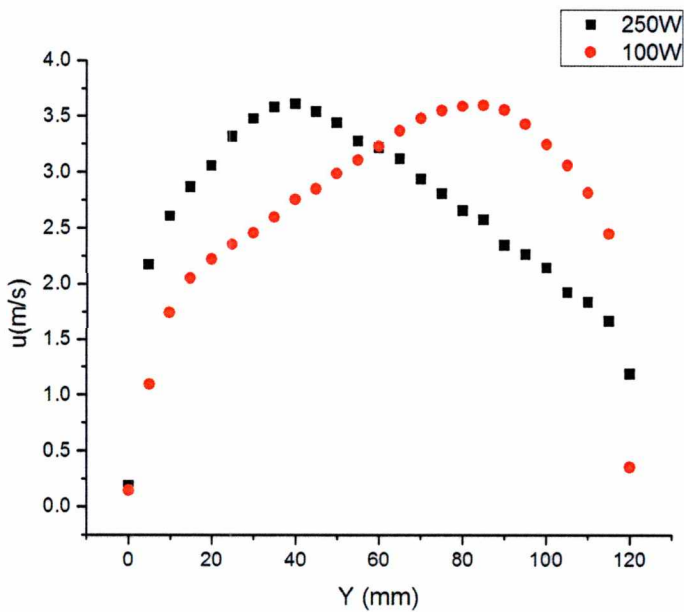
Σχήμα 4.3.1: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz για τις μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες και μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια



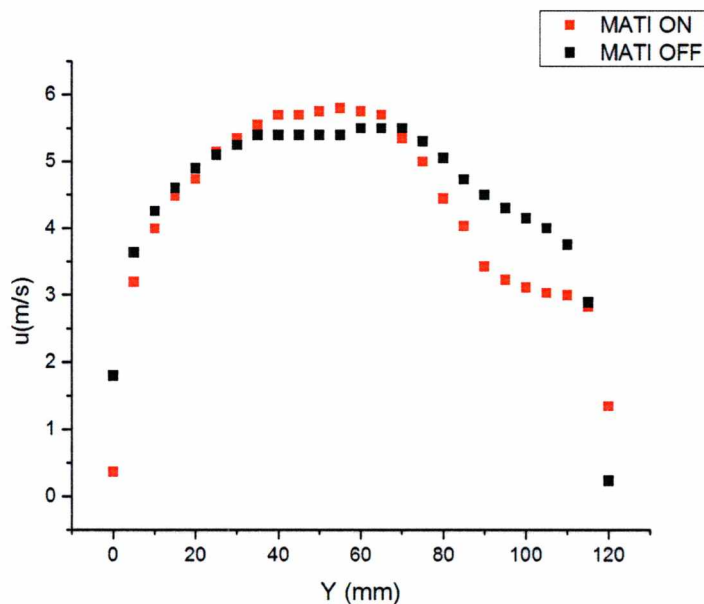
Σχήμα 4.3.2: Οι τιμές της ταχύτητας στα 50Hz για τις θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες και την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια



Σχήμα 4.3.3: Οι τιμές της ταχύτητας στα 5Hz για τις μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες



Σχήμα 4.3.4: Οι τιμές της ταχύτητας στα 5Hz για τις θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες



Σχήμα 4.3.5:Οι τιμές της ταχύτητας στα 7Hz για την μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια

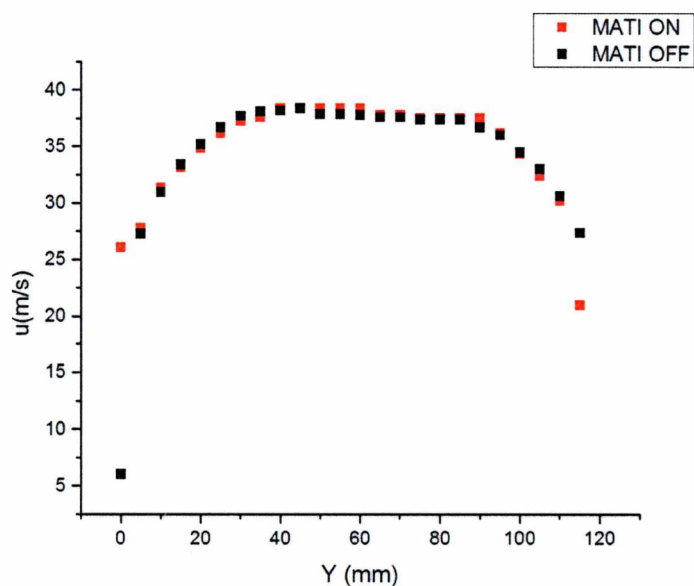
Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρεί ότι οι τιμές των ταχυτήτων είναι ίδιες σε διάφορα Hz για την θερμενόμενη σφαιρική αλλά και για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια. Στα 50 Hz κοντά στις άκρες του σωλήνα η ταχύτητα είναι κοντά στο 0, ενώ στο κέντρο η οποία είναι και η μέγιστη ταχύτητα είναι 36 m/s. Από την άλλη στα 5Hz συμβαίνει το ίδιο φαινόμενο δηλαδή στις άκρες του σωλήνα είναι κοντά στο 0, ενώ η μέγιστη ταχύτητα είναι 3.6 m/s. Επειδή ο αέρας που πλησιάζει στην σφαίρα διακλαδώνεται και την περιβάλλει, σχηματίζοντας έτσι ένα οριακό στρώμα που τυλίγει την σφαίρα. Τα σωματίδια του αέρα θα προσπέσουν στην σφαίρα στο σημείο ακινησίας, σταματώντας πλήρως την κίνηση του αέρα και επομένως αυξάνοντας την πίεση στο συγκεκριμένο σημείο. Σε χαμηλές ταχύτητες ο αέρας περιβάλλει πλήρως την σφαίρα με ομαλό τρόπο δηλαδή ακολουθεί την καμπυλότητα της

σφαίρας ενώ σε υψηλές ταχύτητες ο αέρας συνεχίζει να περιβάλλει την σφαίρα στη μετωπική πλευρά, αλλά κινείται πολύ γρήγορα ώστε να παραμείνει προσκολλημένο στην επιφάνεια καθώς πλησιάζει το επάνω μέρος της σφαίρας. Στην μπροστινή πλευρά της σφαίρας η ταχύτητα είναι μικρότερη από την πίσω πλευρά της. Σύμφωνα με τον νόμο του Bernoulli η μικρότερη ταχύτητα σημαίνει μεγαλύτερη πίεση. Για μικρές ταχύτητες η εκδήλωση δυνάμεων συναφείας συνεπάγεται μικρότερη ταχύτητα του αέρα στο πίσω μέρος ενώ σε μεγάλες ταχύτητες στο πίσω μέρος της σφαίρας δημιουργούνται στρόβιλοι, στροφικές κινήσεις των αερίων μαζών μεγάλης ταχύτητας και η πίεση είναι πολύ μικρότερη.

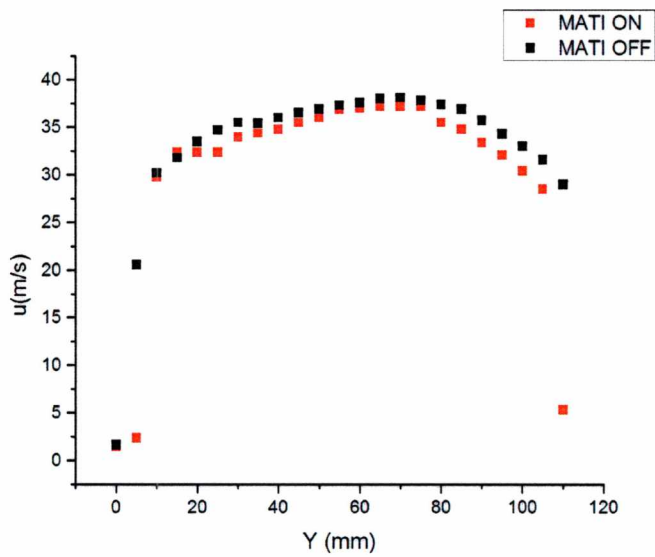
4.4.Πεδίο ταχυτήτων κάτω και πάνω από τον άξονα συμμετρίας του σωλήνα

4.4.1.Μεσαία κοιλότητα

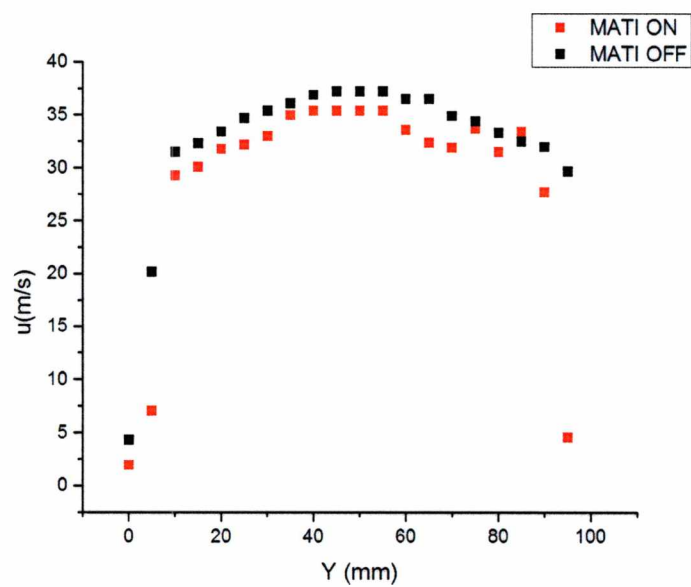
Τα διαγράμματα των ταχυτήτων της επίπεδης επιφάνειας για την θέση $Y=0$ mm φαίνονται παρακάτω:



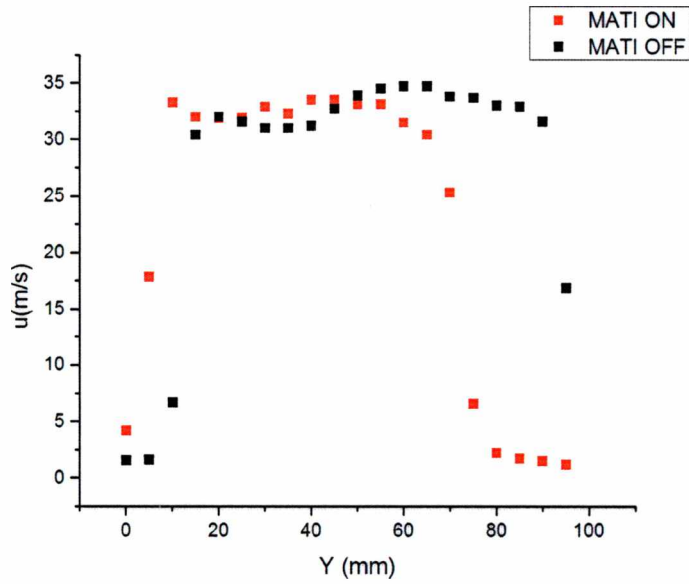
Σχήμα 4.4.1:Οι τιμές στα 50Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



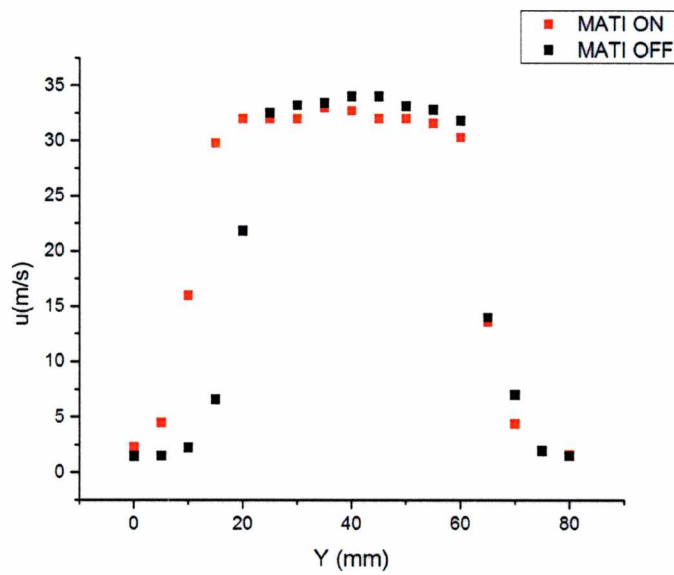
Σχήμα 4.4.2: Οι τιμές στα 50Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



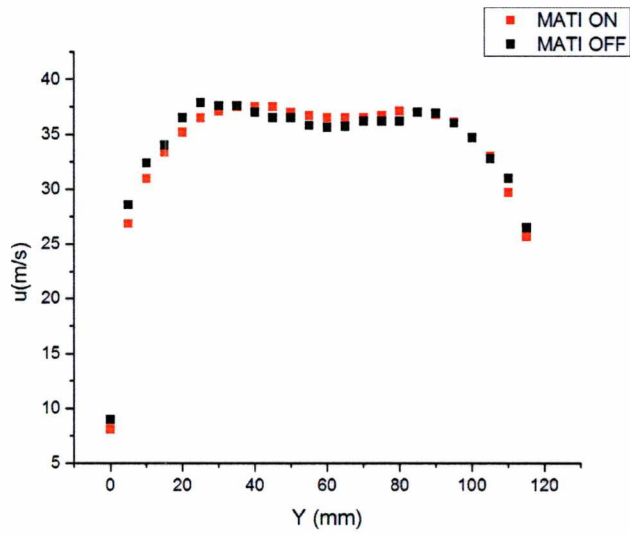
Σχήμα 4.4.3: Οι τιμές στα 50Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



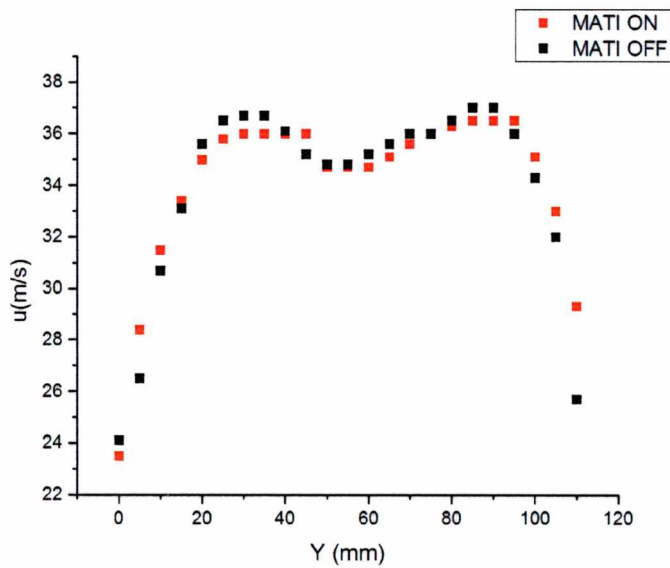
Σχήμα 4.4.4: Οι τιμές στα 50Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



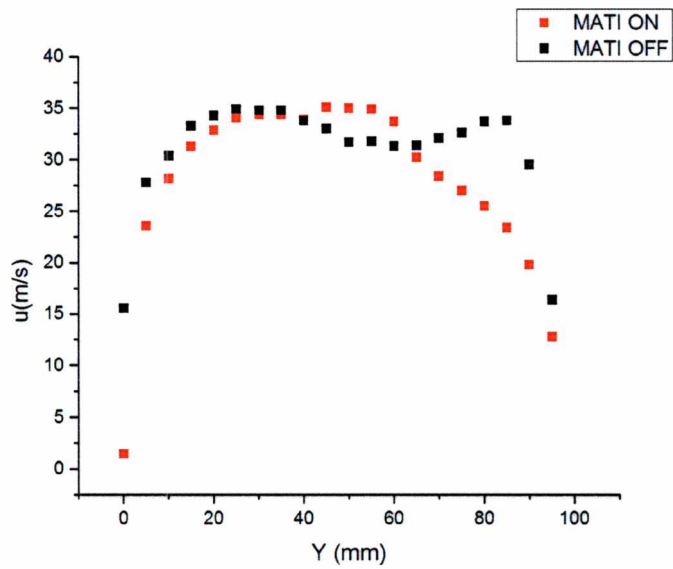
Σχήμα 4.4.5: Οι τιμές στα 50Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



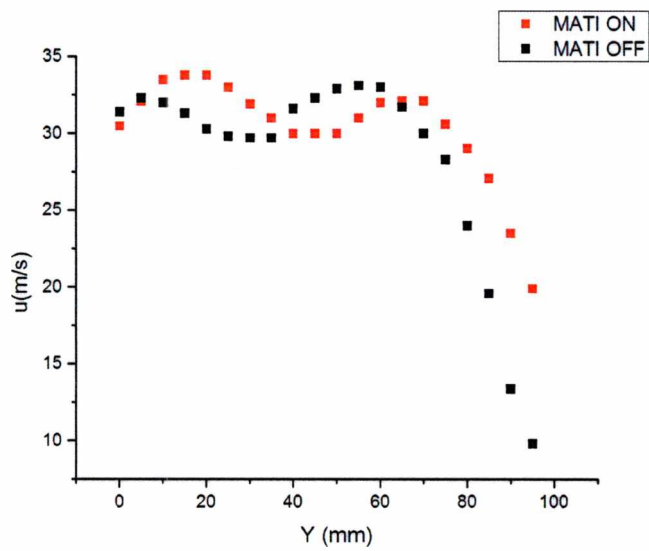
Σχήμα 4.4.6: Οι τιμές στα 50Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



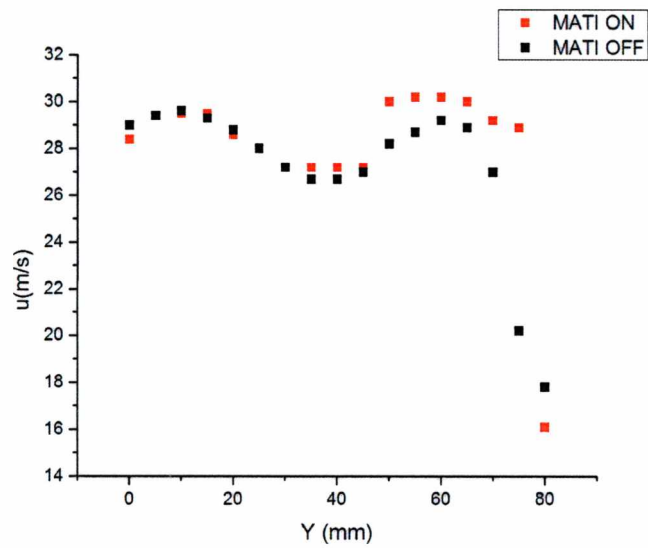
Σχήμα 4.4.7: Οι τιμές στα 50Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρία



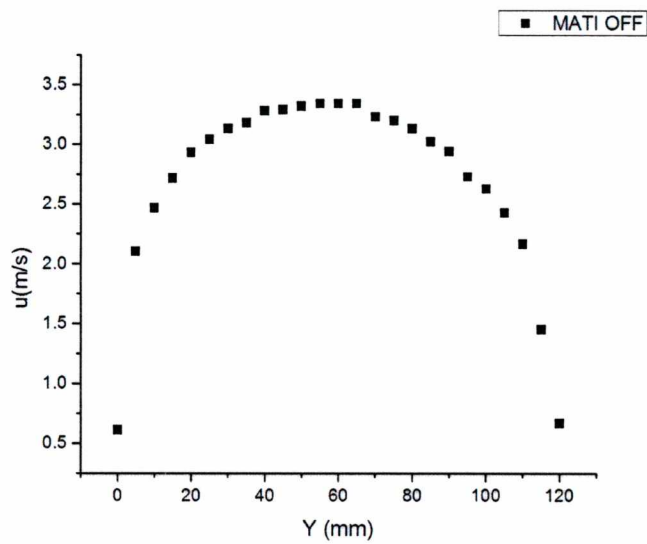
Σχήμα 4.4.8: Οι τιμές στα 50Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



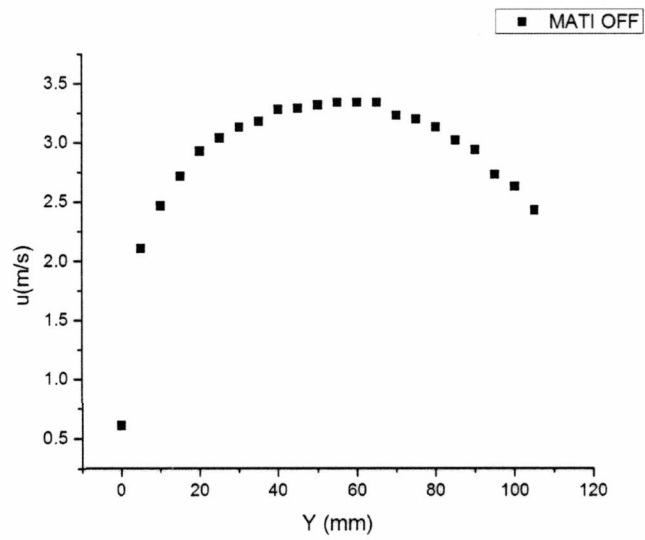
Σχήμα 4.4.9: Οι τιμές στα 50Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



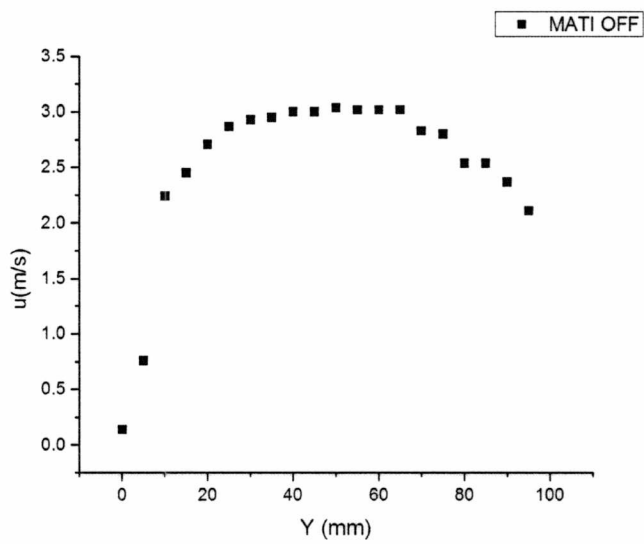
Σχήμα 4.4.10:Οι τιμές στα 50Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



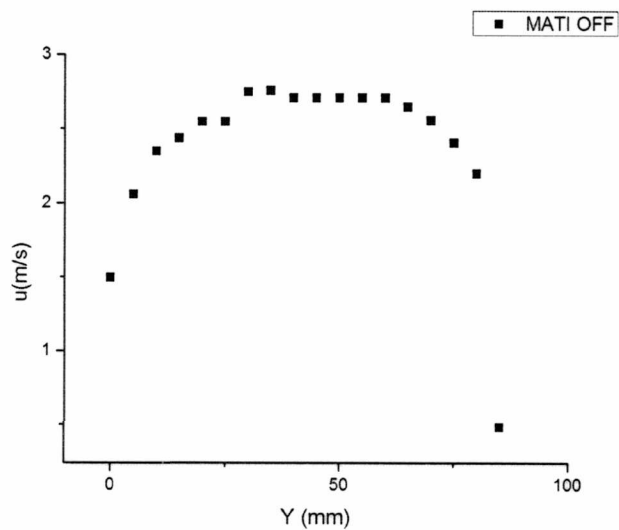
Σχήμα 4.4.11:Οι τιμές στα 5Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



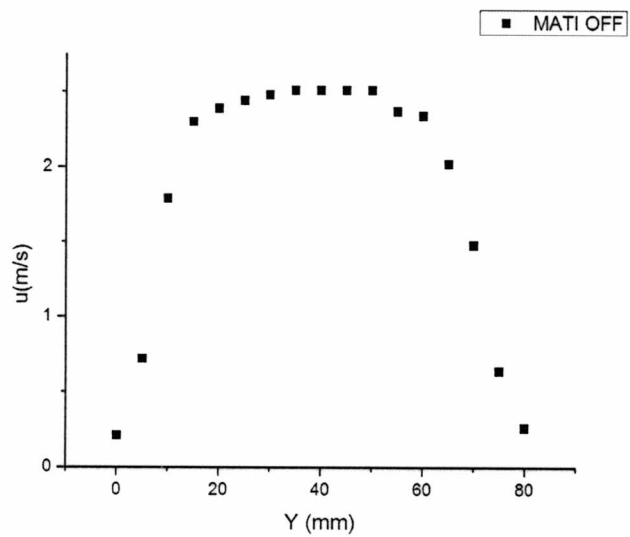
Σχήμα 4.4.12: Οι τιμές στα 5Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



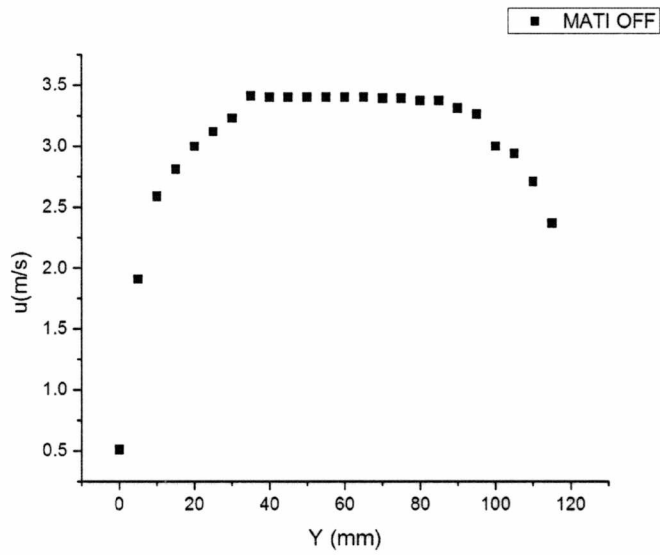
Σχήμα 4.4.13: Οι τιμές στα 5Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



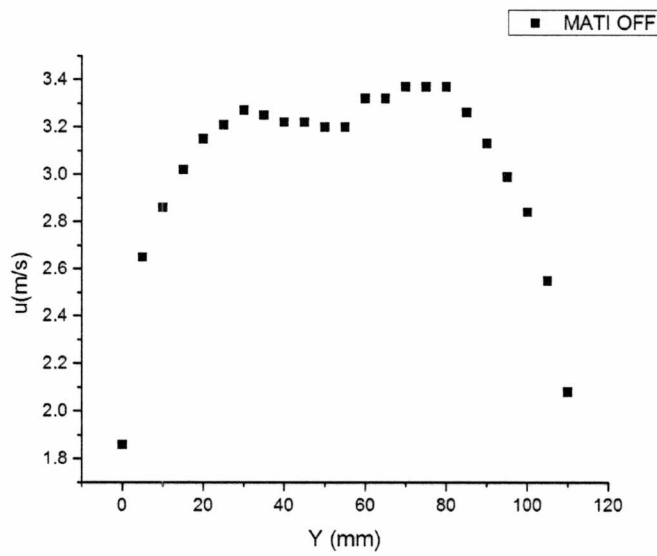
Σχήμα 4.4.14: Οι τιμές στα 5Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



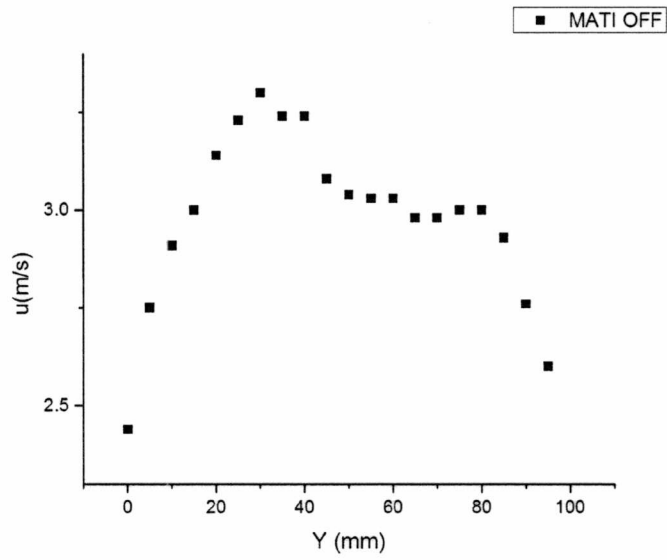
Σχήμα 4.4.15: Οι τιμές στα 5Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



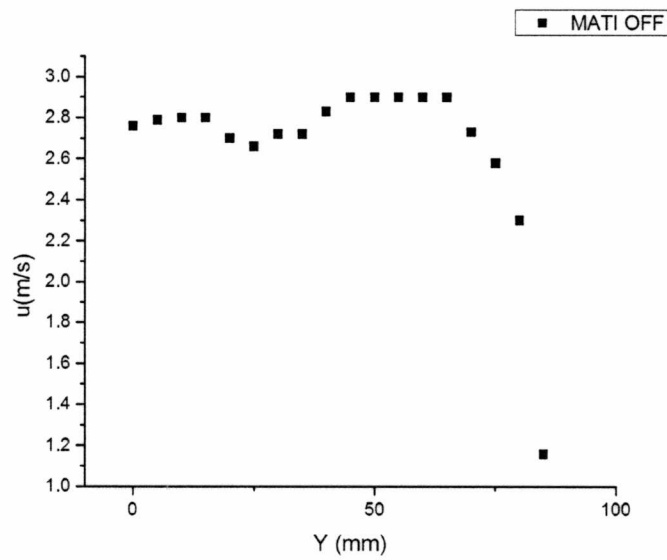
Σχήμα 4.4.16: Οι τιμές στα 5Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



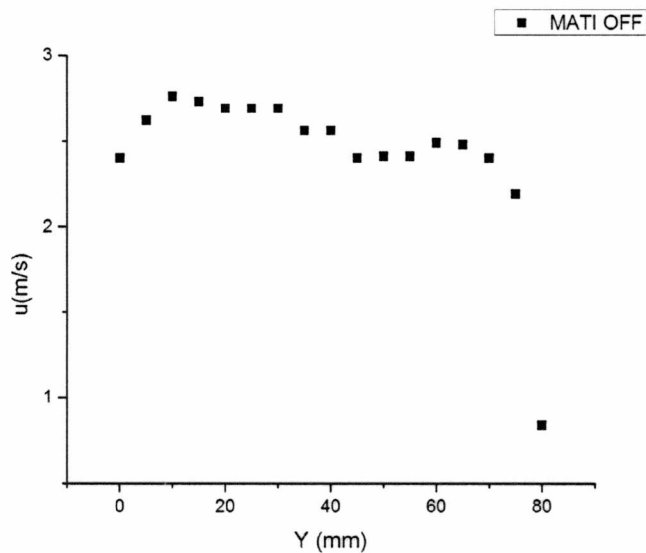
Σχήμα 4.4.17: Οι τιμές στα 5Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 4.4.18: Οι τιμές στα 5Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 4.4.19: Οι τιμές στα 5Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας

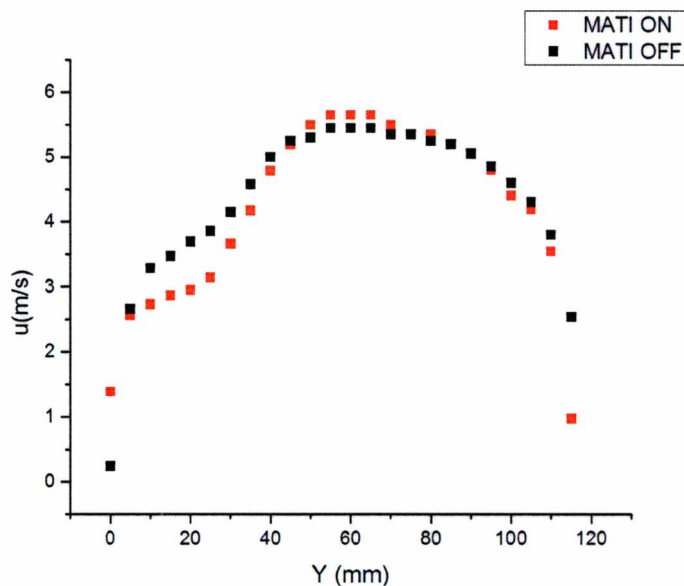


Σχήμα 4.4.20:Οι τιμές στα 5Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας

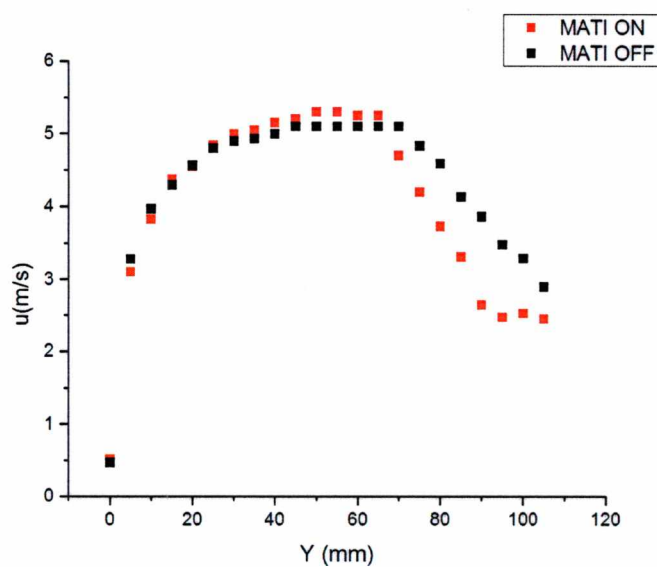
Αυτό που παρατηρείται από τα παραπάνω διαγράμματα είναι ότι οι τιμές των ταχυτήτων για τα 50 Hz πάνω από τον άξονα συμμετρίας με θερμενόμενη και μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια κυμαίνονται στα 35.9 m/s ενώ από την άλλη κάτω από τον άξονα συμμετρίας αρχίζει και πέφτει σταδιακά δηλαδή οι μετρήσεις όπου έγιναν είναι 1 mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας η ταχύτητα είναι στα 35.8 m/s και φτάνει στα 30 m/s. Τα ίδια συμβαίνει και στα 5 Hz, πάνω από τον άξονα συμμετρίας η ταχύτητα κυμαίνεται στα 3.4 m/s ενώ κάτω από τον άξονα συμμετρίας είναι στα 3.4 m/s και φτάνει στα 2.8m/s όπου η μέτρηση έγινε στα 5 mm. Αυτό συμβαίνει διότι ο θερμός αέρας μετακινείται στον επάνω μέρος του σωλήνα και ο κρύος στον κάτω μέρος. Η κοιλότητα όπως φαίνεται και παραπάνω δεν επηρεάζει την ταχύτητα της ροής του αέρα μέσα στον σωλήνα.

4.4.2. Πολύ Μικρή Κοιλότητα

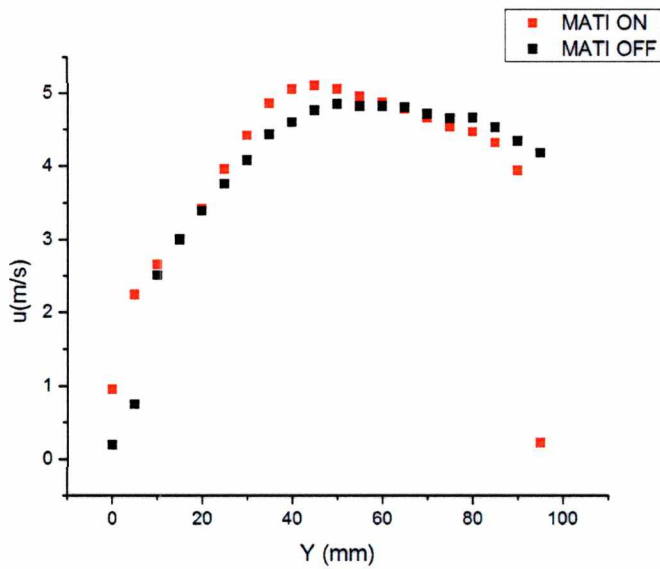
Τα διαγράμματα των ταχυτήτων της επίπεδης επιφάνειας στην θέση $Y = +45\text{mm}$ φαίνονται παρακάτω:



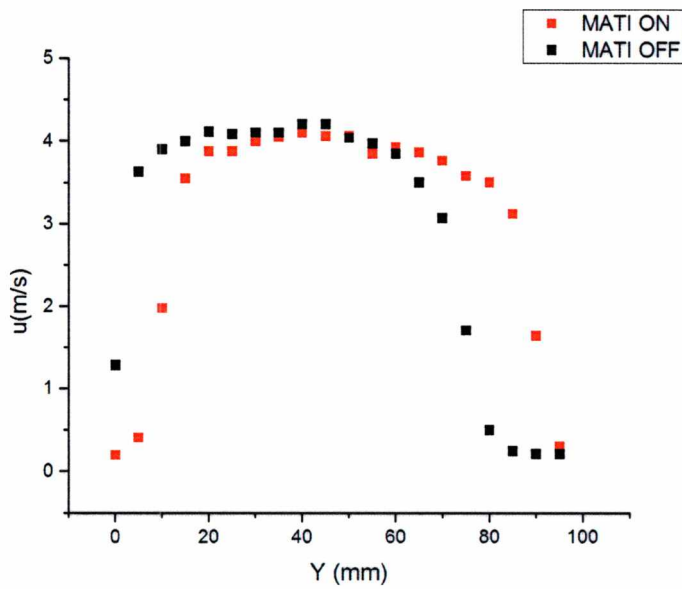
Σχήμα 4.4.2.1: Οι τιμές στα 7.5Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



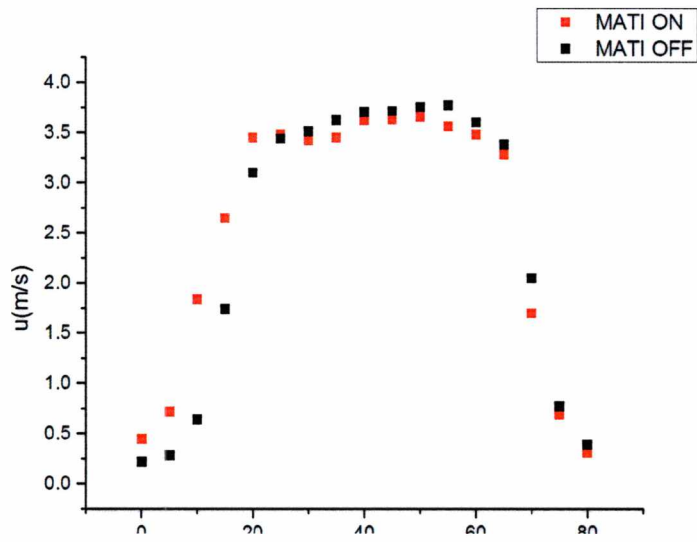
Σχήμα 4.4.2.2: Οι τιμές στα 7.5Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



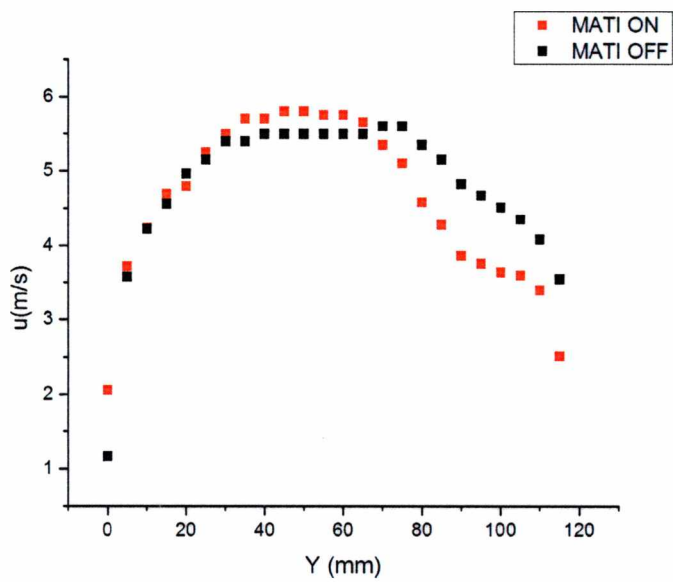
Σχήμα 4.4.2.3: Οι τιμές στα 7.5Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρία



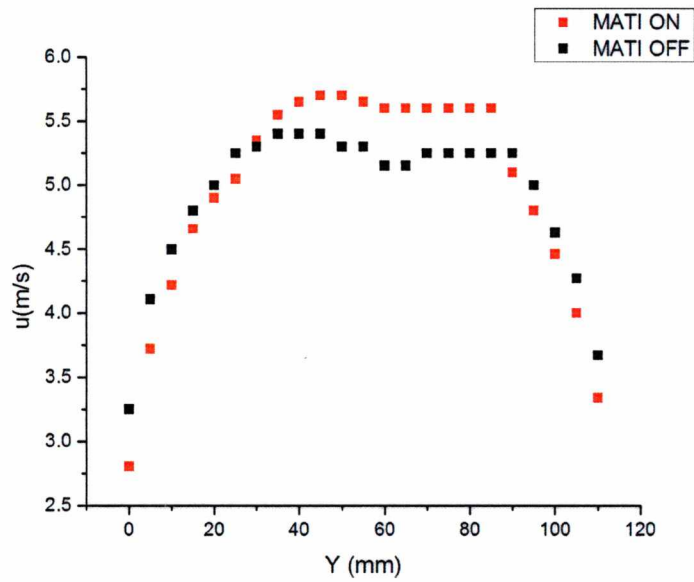
Σχήμα 4.4.2.4: Οι τιμές στα 7.5Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



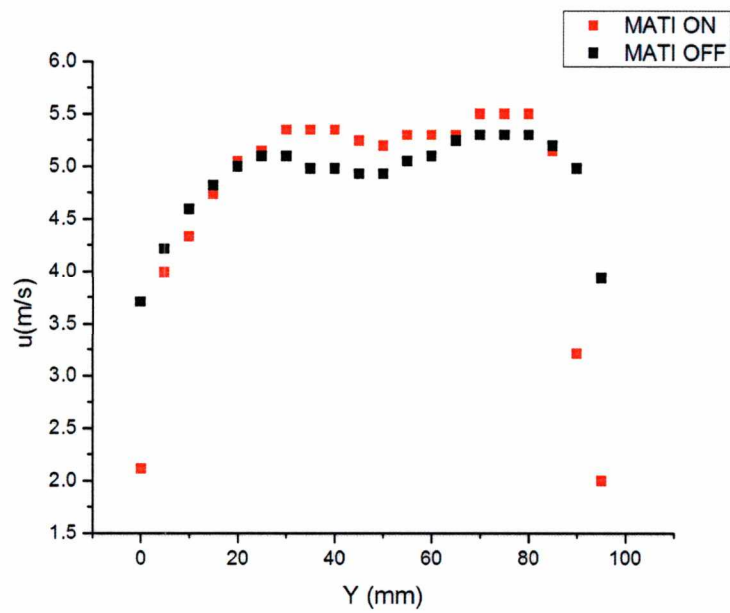
Σχήμα 4.4.2.5: Οι τιμές στα 7.5Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



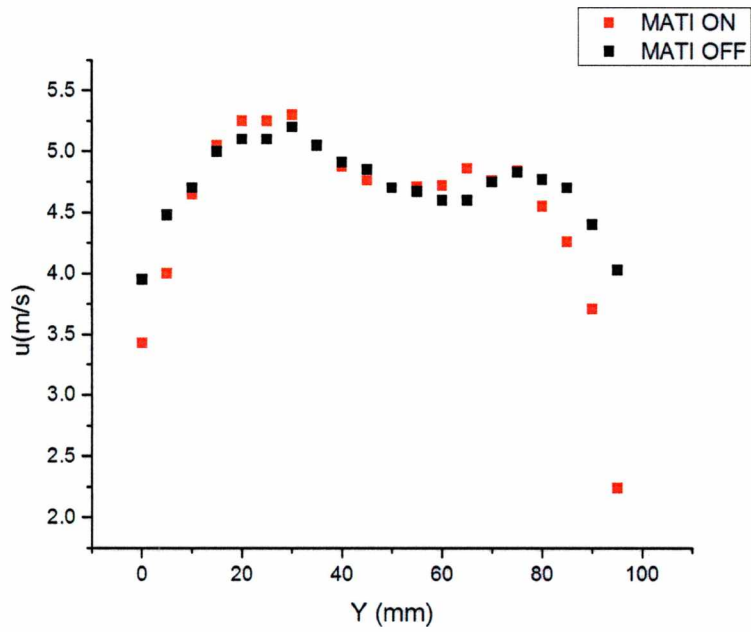
Σχήμα 4.4.2.6: Οι τιμές στα 7.5Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



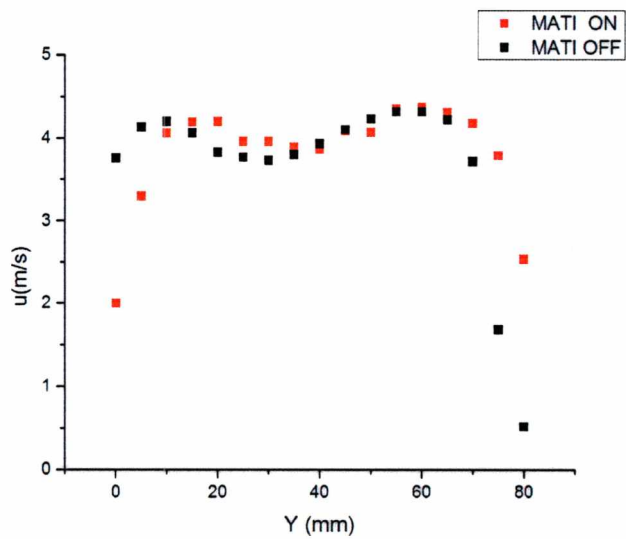
Σχήμα 4.4.2.7: Οι τιμές στα 7.5Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 4.4.2.8: Οι τιμές στα 7.5Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 4.4.2.9: Οι τιμές στα 7.5Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 4.4.2.10: Οι τιμές στα 7.5Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας

Από τα παραπάνω διαγράμματα μπορεί κανείς να παρατηρήσει ότι η ταχύτητα πάνω από τον άξονα συμμετρίας για την θερμενόμενη και μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια είναι ίδια, αρχίζει στα 5.5 m/s ενώ όσο απομακρύνονται οι μετρήσεις προς τα πάνω από τον άξονα συμμετρίας η ταχύτητα αρχίζει και χαμηλώνει στα 3.6 m/s. Από την άλλη κάτω από τον άξονα συμμετρίας υπάρχει μία μικρή απόκλιση όπως φαίνεται στο σχήμα 4.4.2.7 ανάμεσα στην θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια όπου είναι στα 5.8 m/s και στην μη θερμενόμενη όπου είναι στα 5.3 m/s ενώ στα υπόλοιπα σχήματα η ταχύτητα είναι ίδια απλώς είναι υψηλότερη κοντά στον άξονα συμμετρίας.

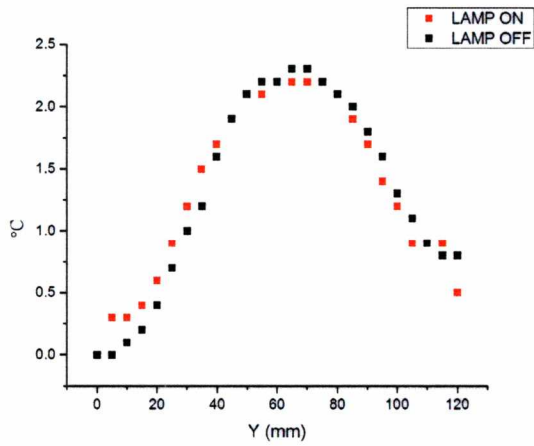
5.ΠΕΔΙΟ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Τα αποτελέσματα τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω αφορούν τις μετρήσεις θερμοκρασιών με την βοήθεια της FLIR INFARED CAMERA, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου.

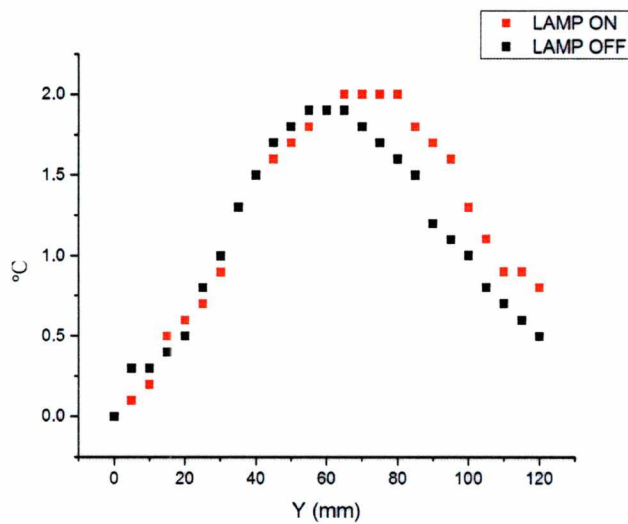
Πιο συγκεκριμένα θα γίνει παρουσίαση των διαγραμμάτων των θερμοκρασιών η οποία είναι η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου από τον σωλήνα μείον την θερμοκρασία δωματίου, $\theta(Y)$ κατά τον άξονα του Y των σφαιρικών επιπέδων 100W, 250W και της επίπεδης επιφάνειας 227W, όπου Y είναι ο άξονας κάθετος στην εσωτερική ροή του σωλήνα, τα οποία παρουσιάζονται για όλες τις ταχύτητες που αναπτύχθηκαν για το πείραμα, θα δούμε αργότερα τι προκύπτει από αυτά τα διαγράμματα και πως τα στοιχεία που εμφανίζονται στη διάταξη αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

5.1.Μεσαία Κοιλότητα

Τα διαγράμματα των θερμοκρασιών ($\Delta\theta$) όπου $\Delta\theta$ είναι η διαφορά θερμοκρασίας εξόδου από τον σωλήνα μείον την θερμοκρασία περιβάλλοντος της σφαιρικής επιφάνειας 100 W και της επίπεδης επιφάνειας για την θέση $Y = 0$ που φαίνονται παρακάτω:

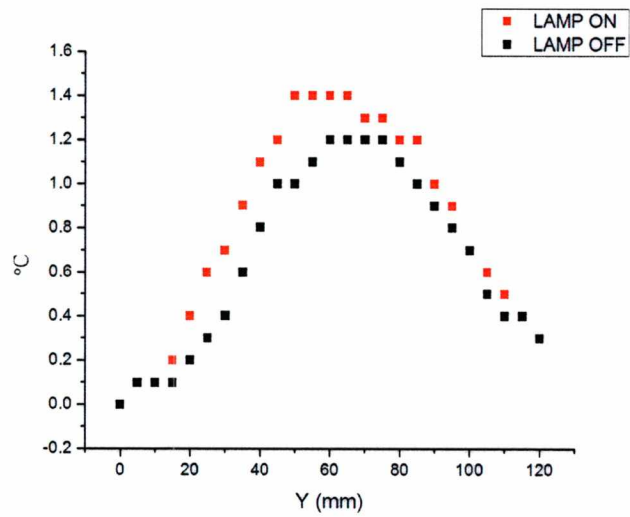


Σχήμα 5.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας

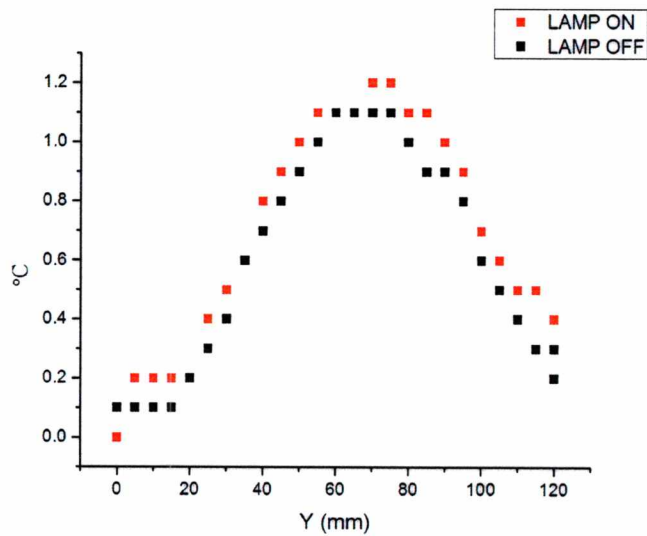


Σχήμα 5.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 45Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας

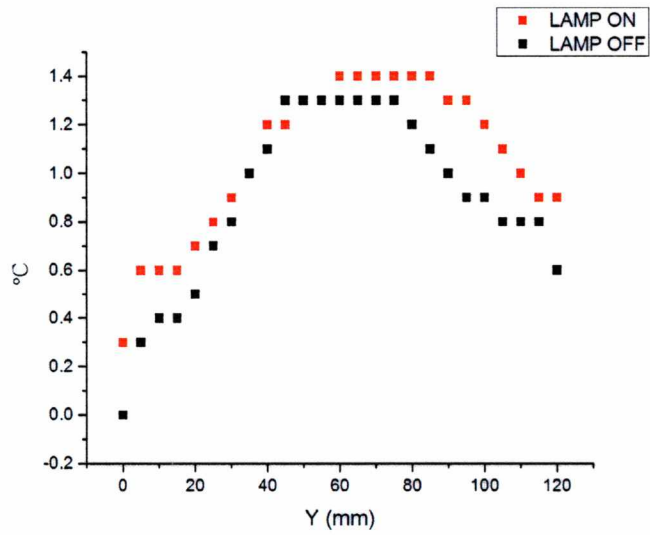




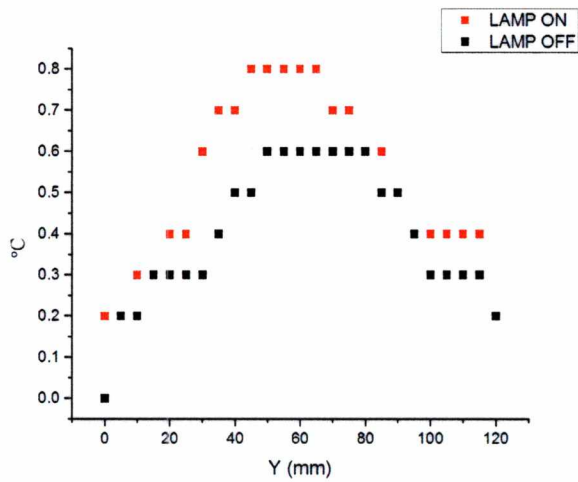
Σχήμα 5.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 40Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



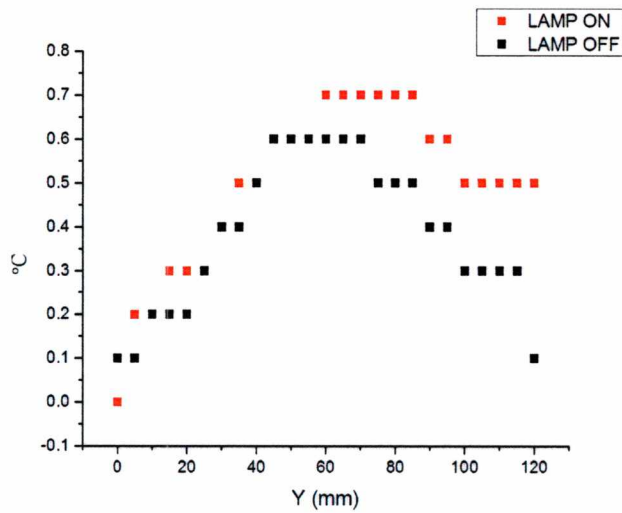
Σχήμα 5.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 35Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



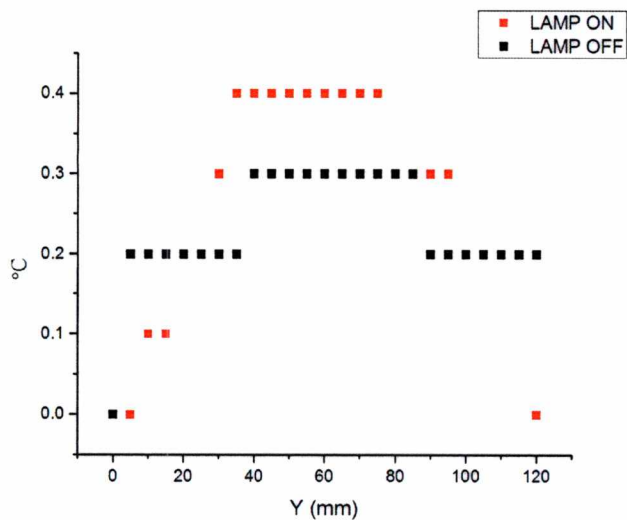
Σχήμα 5.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 30Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



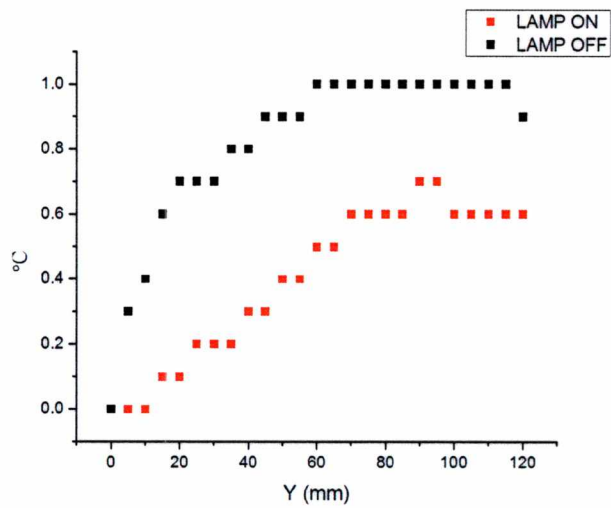
Σχήμα 5.6: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



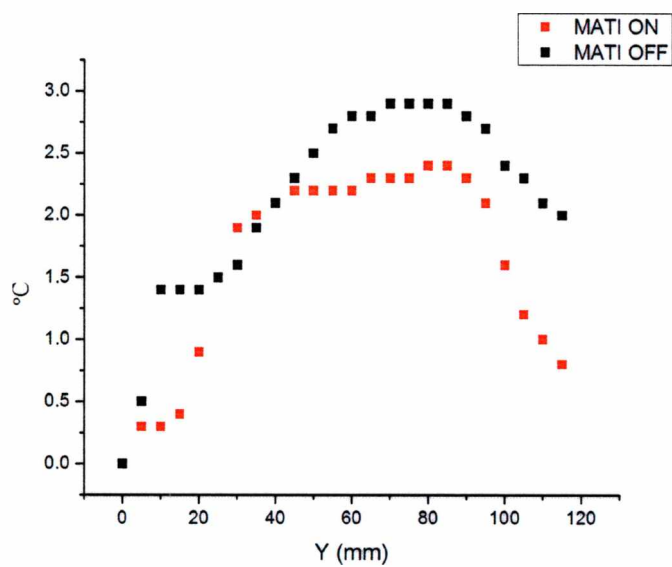
Σχήμα 5.7: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 20Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



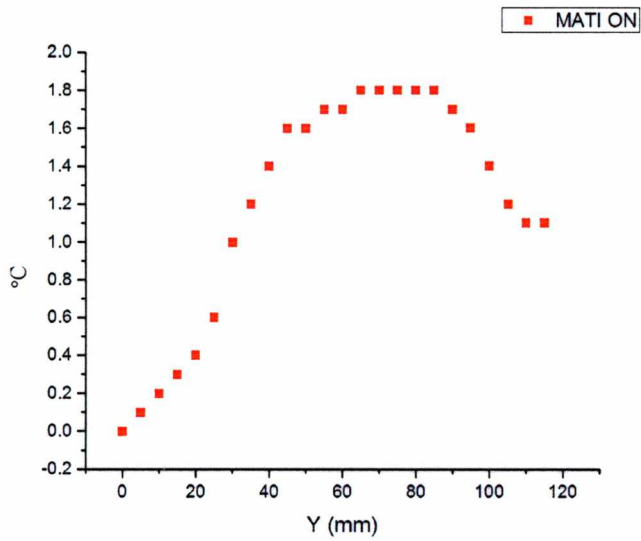
Σχήμα 5.8: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 15Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



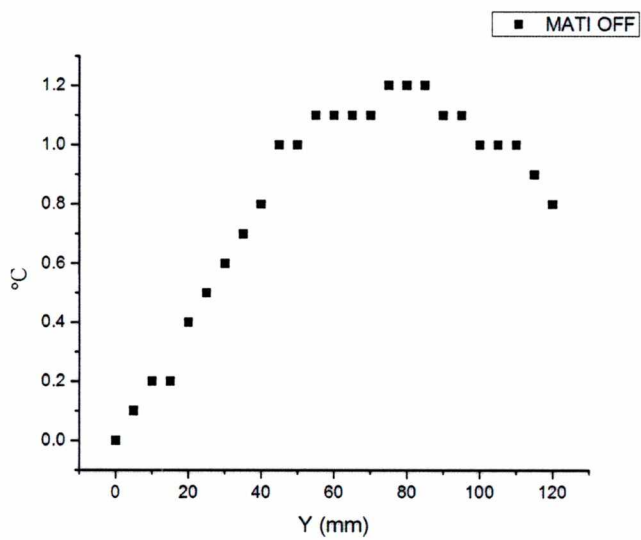
Σχήμα 5.9: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



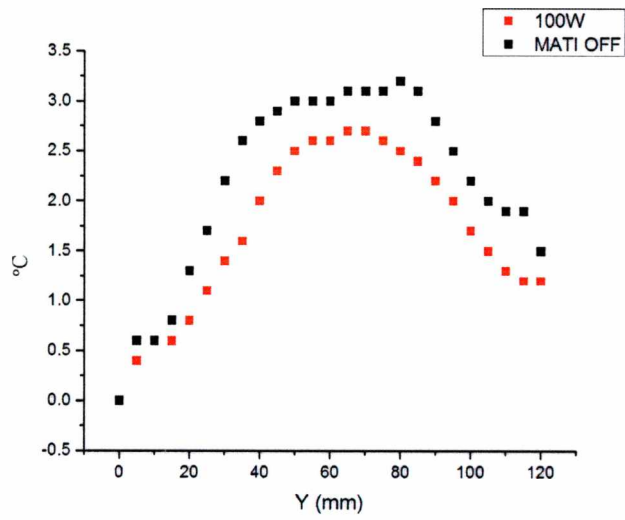
Σχήμα 5.10: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας



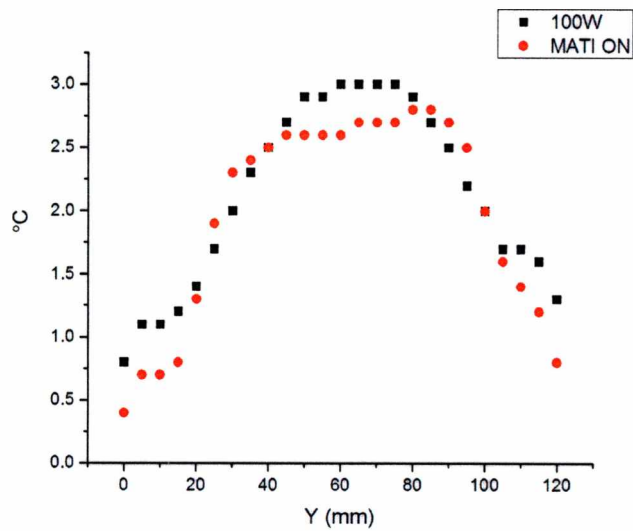
Σχήμα 5.11: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας



Σχήμα 5.12: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz της μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας



Σχήμα 5.13: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της μη θερμενόμενης σφαιρικής και μη θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας

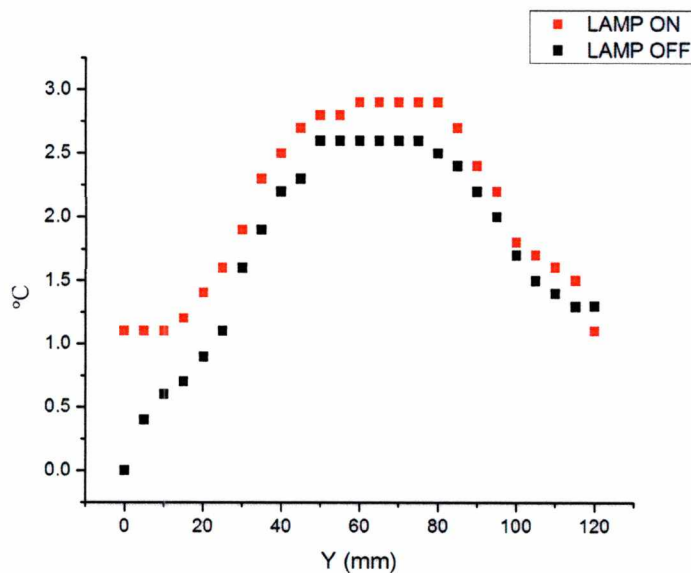


Σχήμα 5.14: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης σφαιρικής και θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας

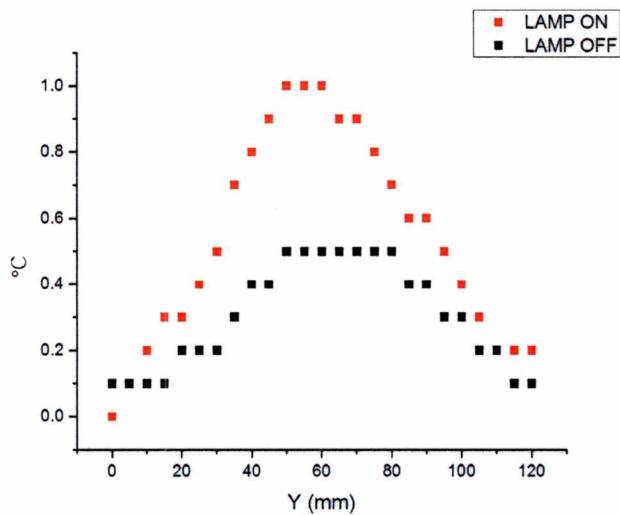
Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι όσο χαμηλώνει η ταχύτητα από τον φυσητήρα τόσο μεγαλύτερη γίνεται η διαφορά των θερμοκρασιών με τηνθερμενόμενη και μη θερμενόμενη σφαιρική αλλά και τη επίπεδη επιφάνεια,διότι η ροή του αέρα είναι μικρότερη και δεν εμποδίζει την σφαιρική και τηνεπίπεδη να φτάσουνε στην μέγιστη θερμοκρασία.

5.2.Μεγάλη κοιλότητα

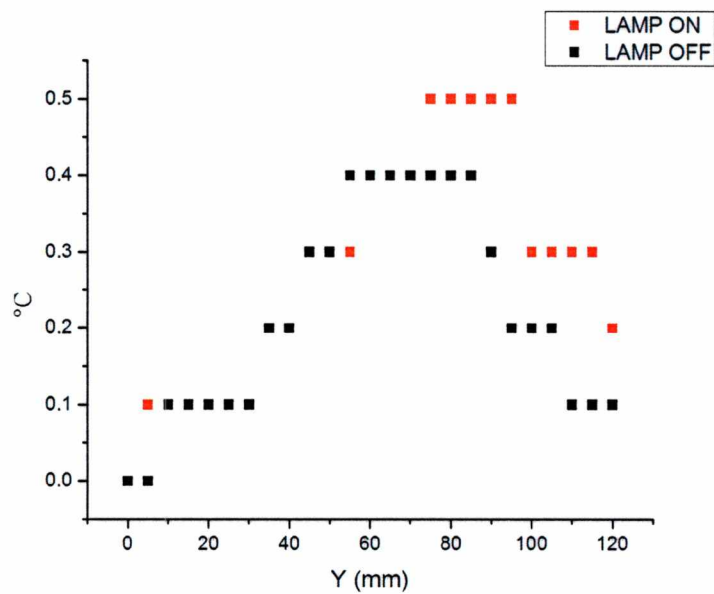
Τα διαγράμματα των θερμοκρασιών($\Delta\theta$)όπου $\Delta\theta$ είναι η θερμοκρασία εξόδου από τον σωλήνα μείον την θερμοκρασία περιβάλλοντος της λάμπας 100W για την θέση $Y = -25\text{mm}$, φαίνονται παρακάτω:



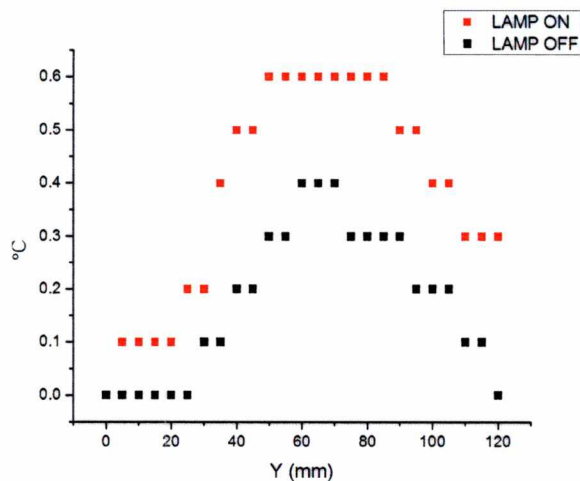
Σχήμα 5.2.1:Οι τιμες των θερμοκρασιών στα 50Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



Σχήμα 5.2.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 25Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας



Σχήμα 5.2.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 10Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας

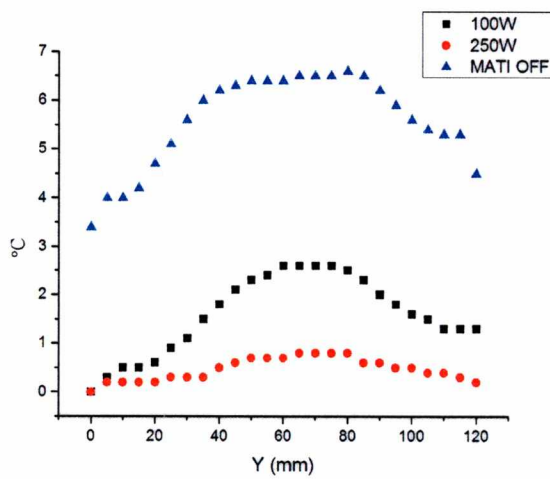


Σχήμα 5.2.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz της θερμενόμενης και μη θερμενόμενης σφαιρικής επιφάνειας

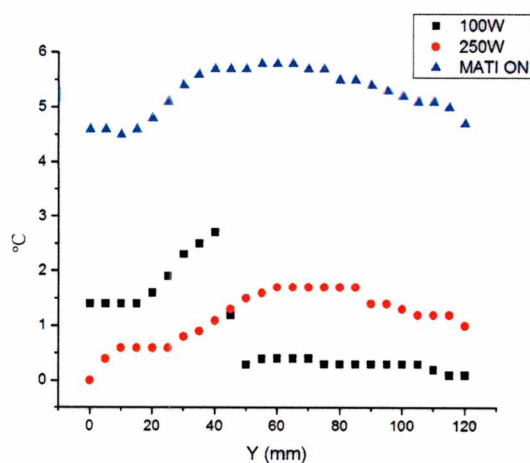
Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι η θερμοκρασία με θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια είναι υψηλότερη απ' ότι με την μη θερμενόμενη δηλαδή έχει μια ανοδική μετάδοση θερμότητας με εξαναγκασμένη συναγωγή. Αυτό προκύπτει και από τον αριθμό Nu ο οποίος εξαρτάται από τον συντελεστή συναγωγής. Σε σχέση με τις παραπάνω τιμές, οι τιμές των θερμοκρασιών είναι χαμηλότερες γιατί η ροή του αέρα δεν επηρεάζεται από την κοιλότητα.

5.3. Πολύ μικρή κοιλότητα

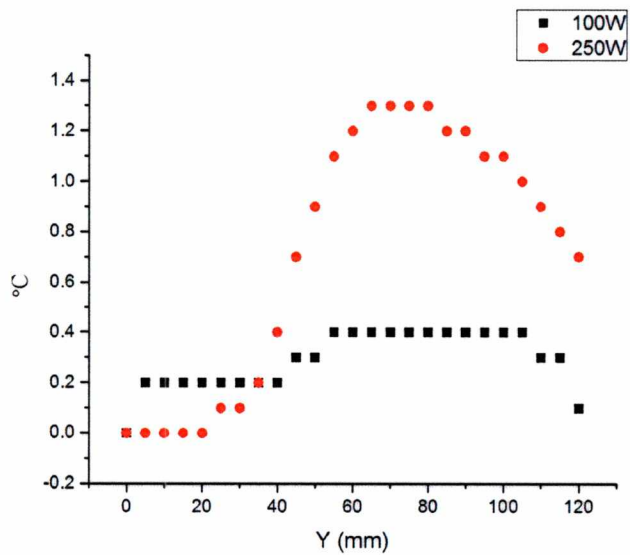
Τα διαγράμματα των θερμοκρασιών ($\Delta\theta$) όπου το $\Delta\theta$ είναι η θερμοκρασία εξόδου από τον σωλήνα μείον την θερμοκρασία περιβάλλοντος, της σφαιρικής επιφάνειας 100W, 250W και της επίπεδης επιφάνειας για την θέση $Y = +25\text{mm}$, $Y = 30\text{mm}$, $Y = +45\text{mm}$ αντίστοιχα, φαίνονται παρακάτω:



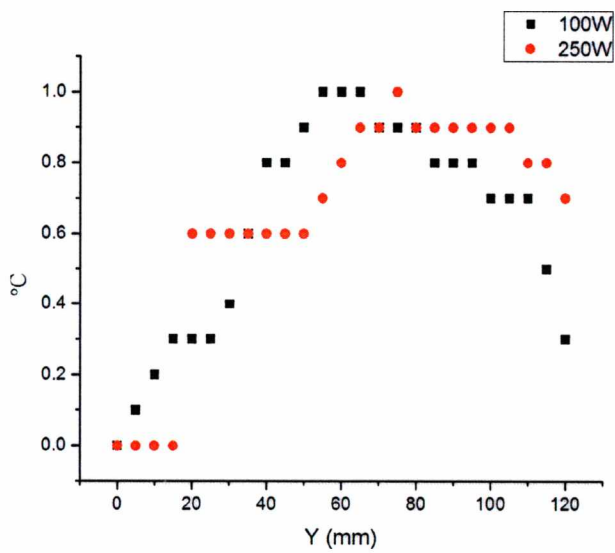
Σχήμα 5.3.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με μη θερμενόμενες σφαιρικές και μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια



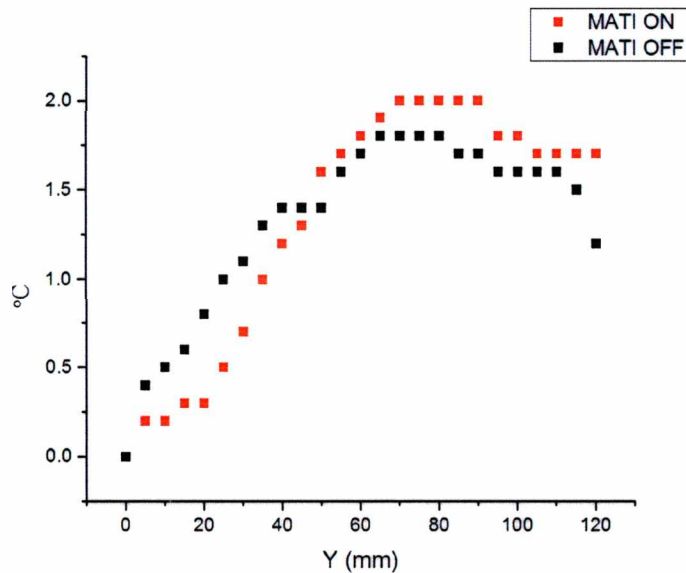
Σχήμα 5.3.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με θερμενόμενες σφαιρικές και θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια



Σχήμα 5.3.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz με μη θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες



Σχήμα 5.3.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz με θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες



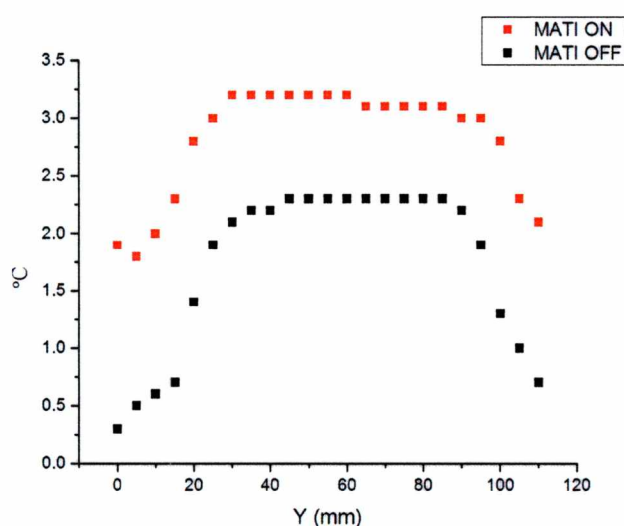
Σχήμα 5.3.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7Hz με μη θερμενόμενη και θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια

Στα διαγράμματα παρατηρείται ότι η θερμοκρασία εξόδου της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας είναι υψηλότερη απ' ότι τις σφαιρικές επιφάνειες. Επίσης φαίνεται από το σχήμα 5.3.4 οι θερμενόμενες σφαιρικές επιφάνειες να βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία ενώ από το σχήμα 5.3.3 όταν δεν είναι θερμενόμενες στα 5 Hz η θερμοκρασία της 250 W είναι 1.3 °C ενώ της 100 W είναι 0.4 °C. Το ίδιο συμβαίνει και στο σχήμα 5.3.5 όπου η θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια είναι στους 2 °C ενώ η μη θερμενόμενη είναι στους 1.6 °C.

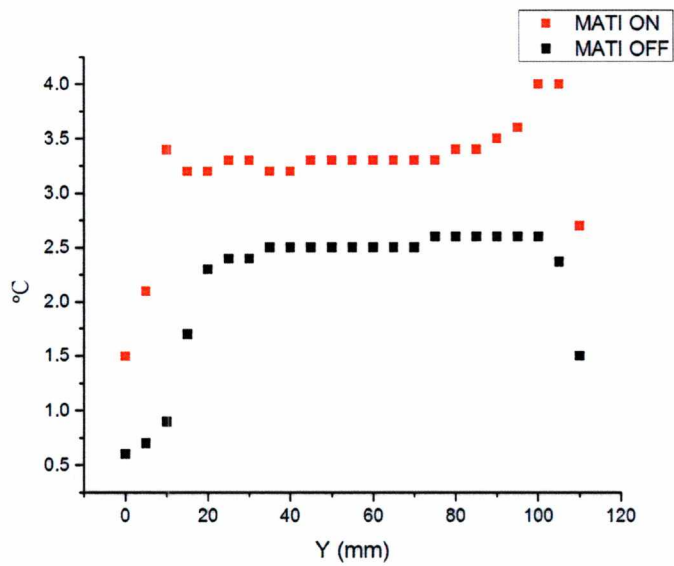
5.4.Πεδίο θερμοκρασιών κάτω και πάνω από τον άξονα συμμετρίας του σωλήνα

5.4.1.Μεσαία κοιλότητα

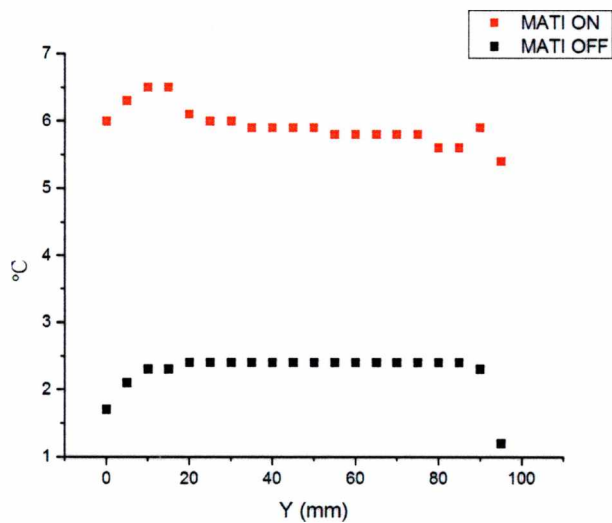
Τα διαγράμματα των θερμοκρασιών($\Delta\theta$)όπου το $\Delta\theta$ είναι η θερμοκρασία εξόδου από τον σωλήνα μείον την θερμοκρασία περιβάλλοντος της επίπεδης επιφάνειας για την θέση $Y = 0$ φαίνονται παρακάτω:



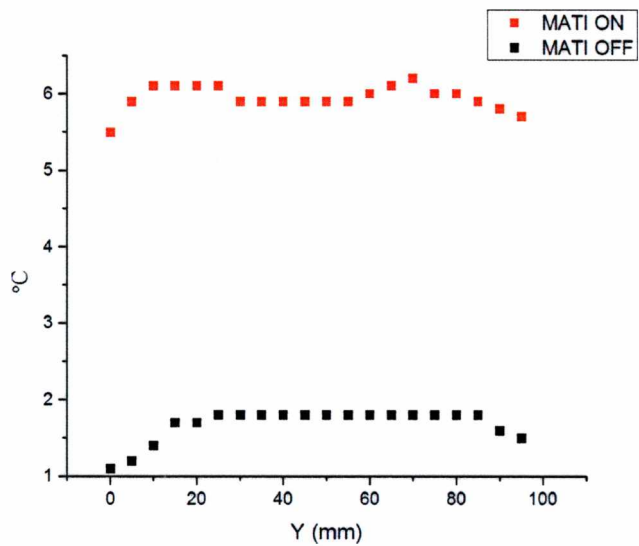
Σχήμα 5.4.1:Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



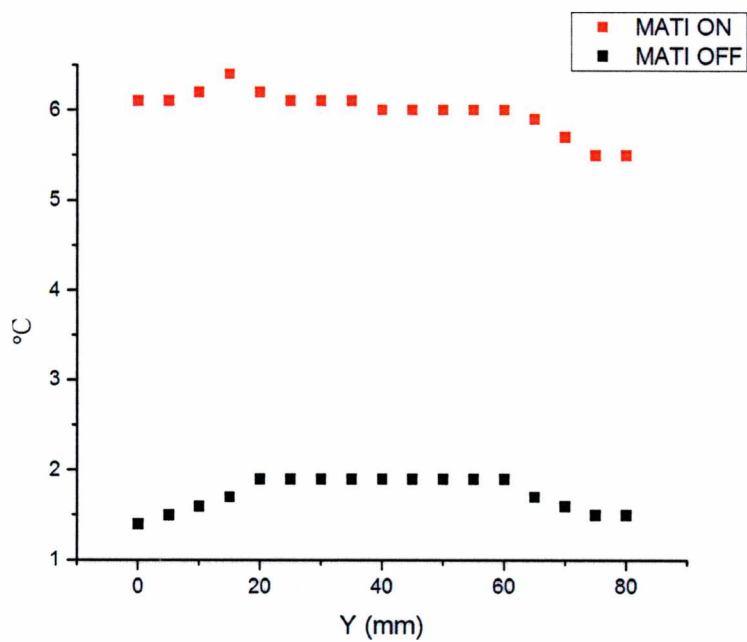
Σχήμα 5.4.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



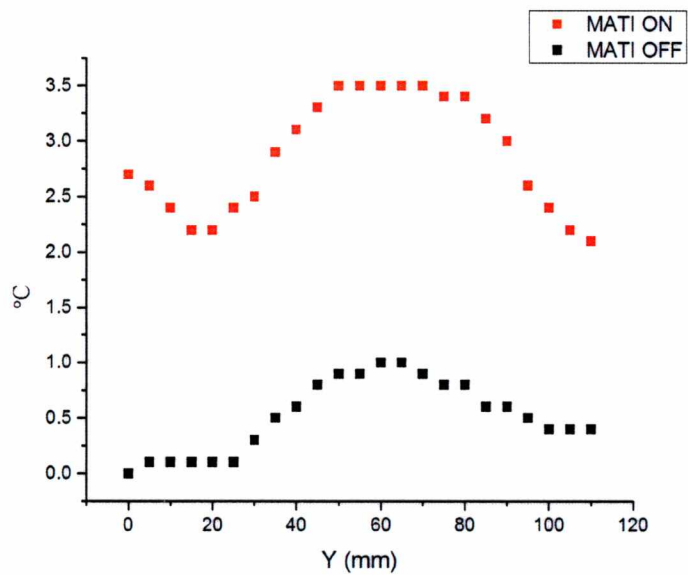
Σχήμα 5.4.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



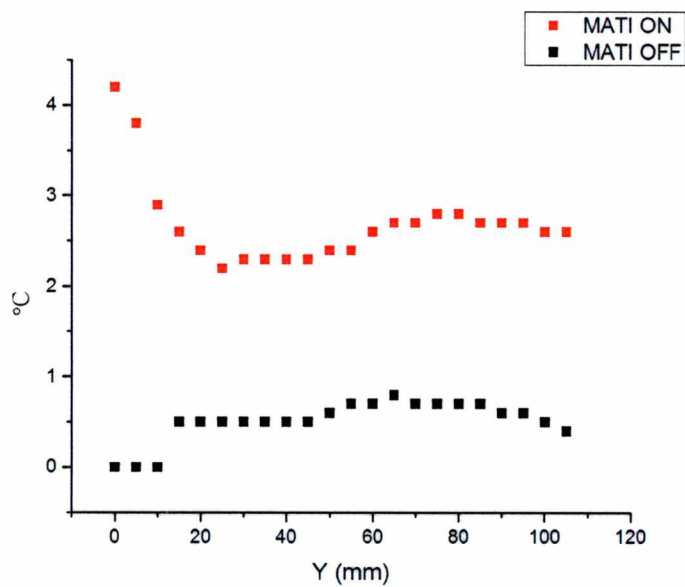
Σχήμα 5.4.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



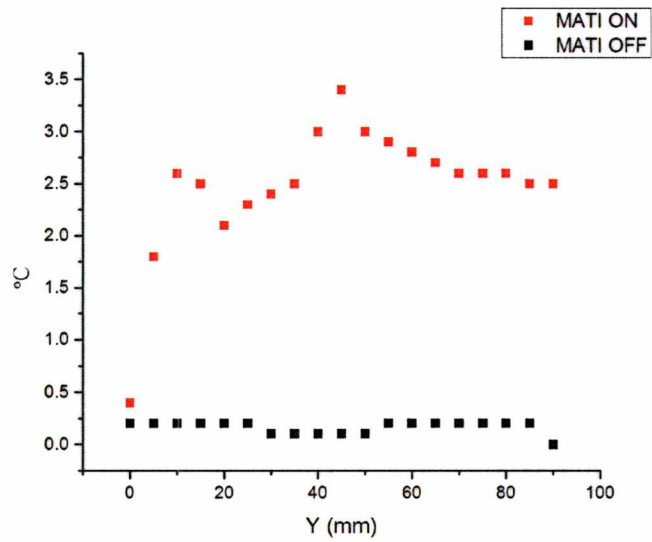
Σχήμα 5.4.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



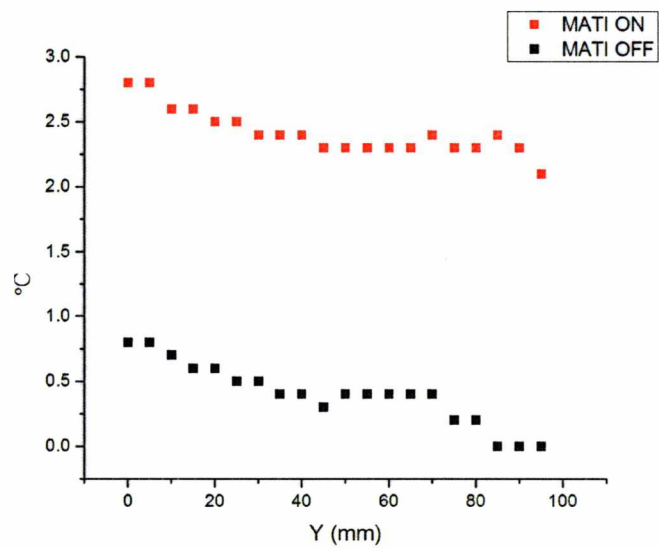
Σχήμα 5.4.6: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



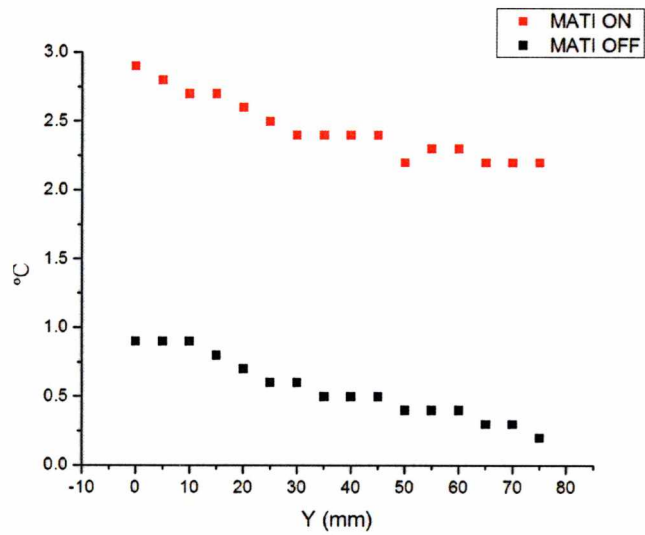
Σχήμα 5.4.7: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



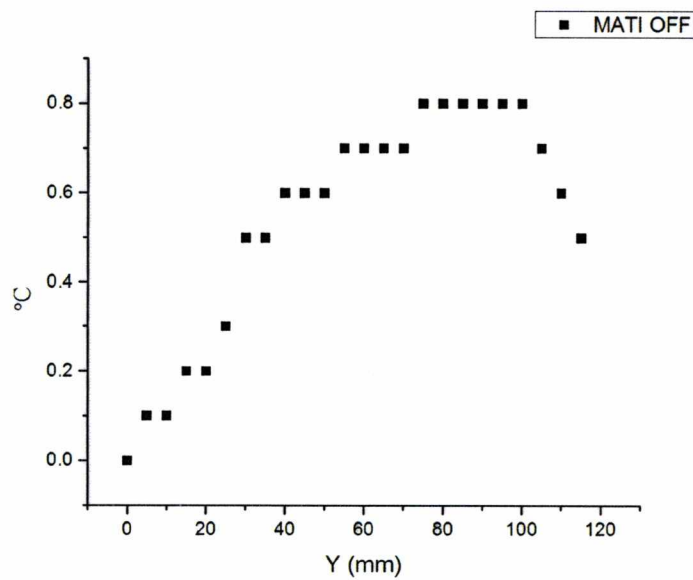
Σχήμα 5.4.8: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



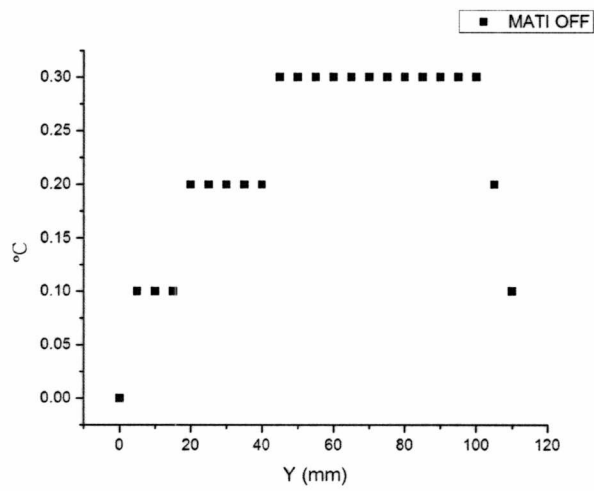
Σχήμα 5.4.9: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



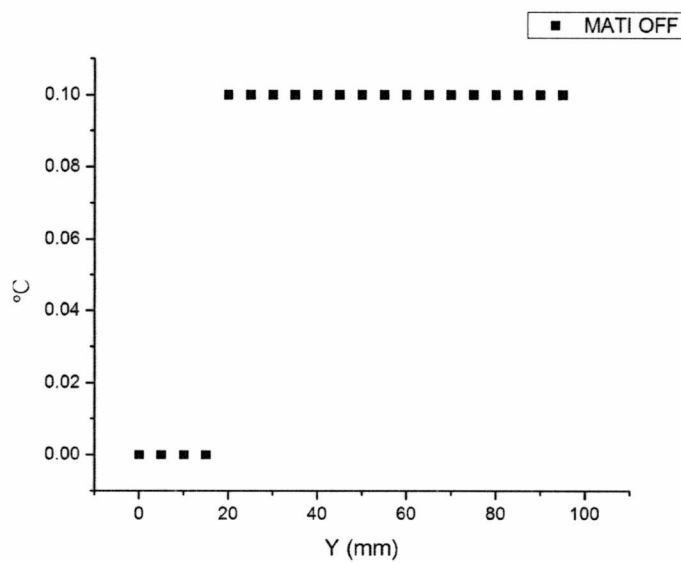
Σχήμα 5.4.10: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



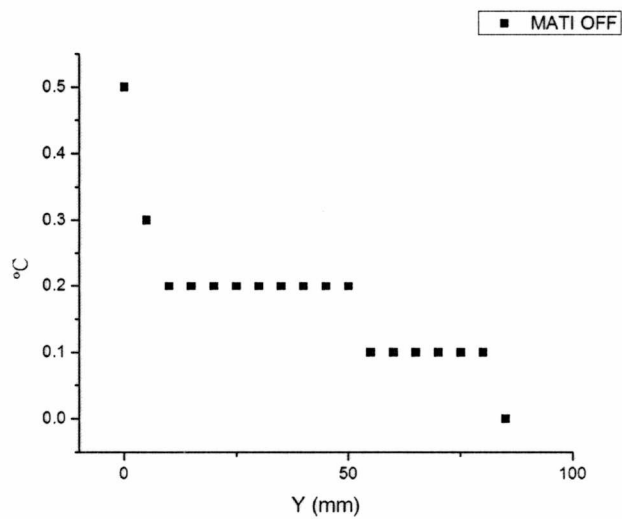
Σχήμα 5.4.11: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



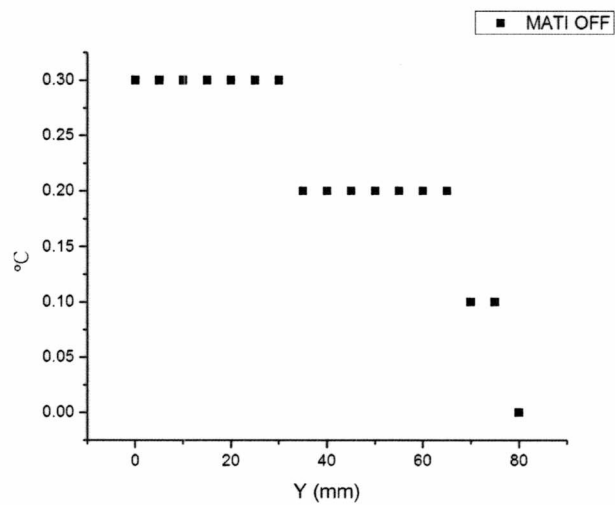
Σχήμα 5.4.12: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



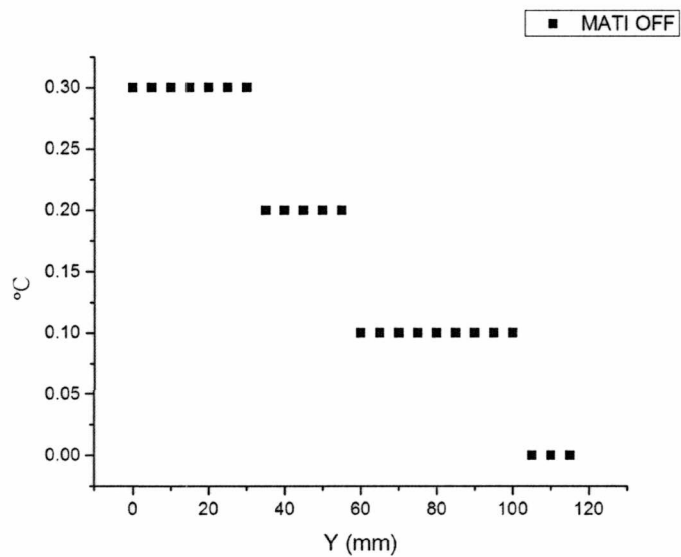
Σχήμα 5.4.13: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



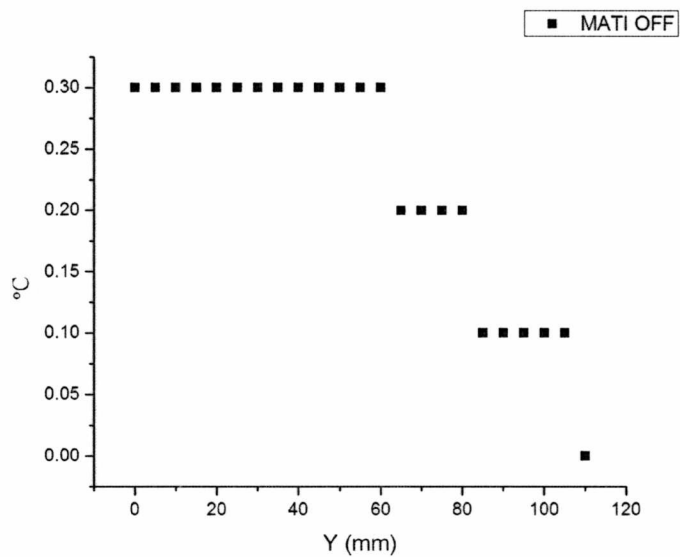
Σχήμα 5.4.14: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



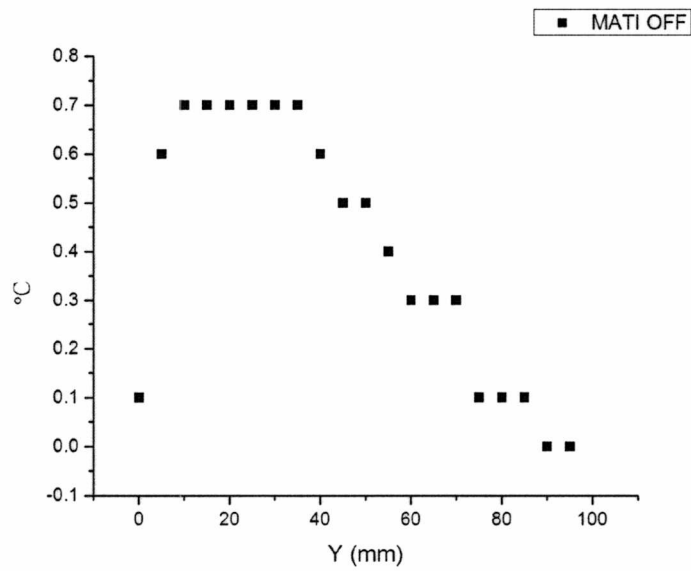
Σχήμα 5.4.15: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



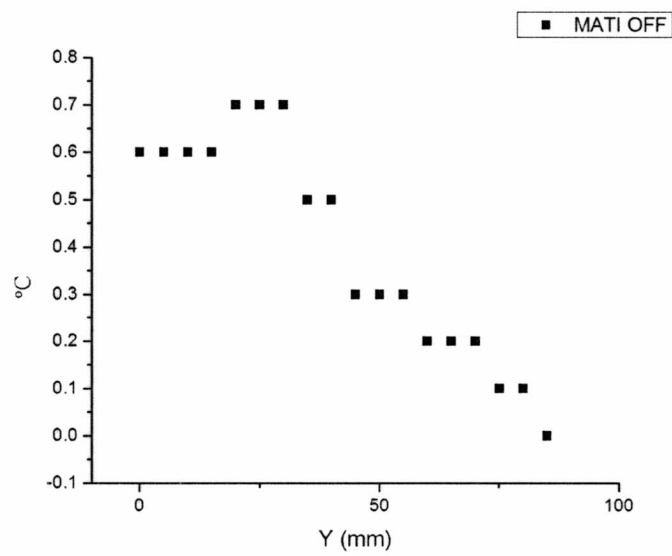
Σχήμα 5.4.16: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



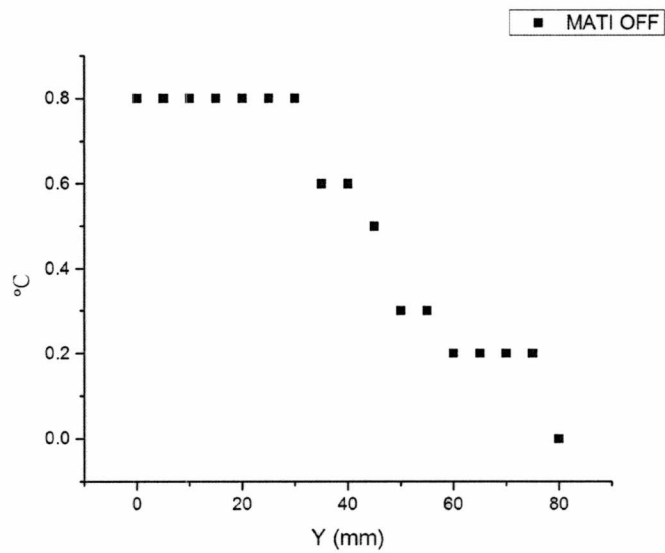
Σχήμα 5.4.17: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



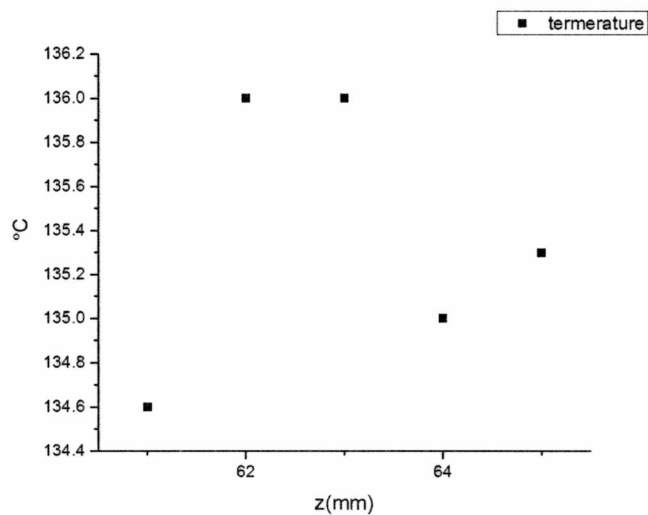
Σχήμα 5.4.18: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



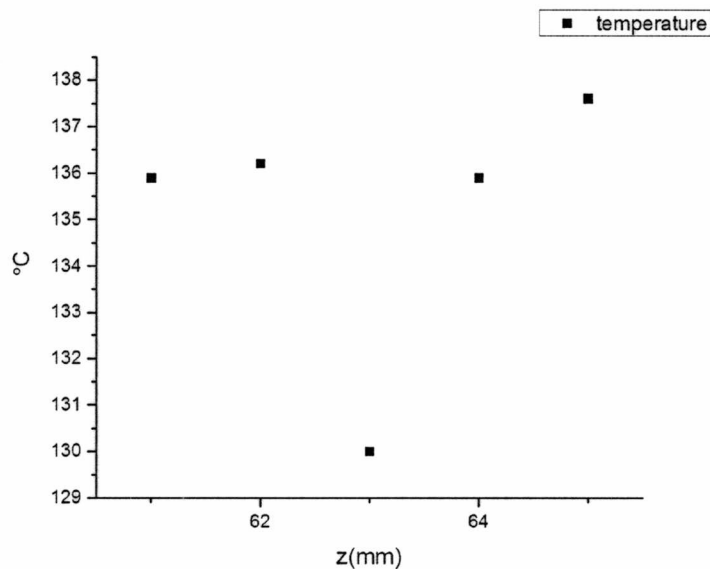
Σχήμα 5.4.19: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 5.4.20: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 5Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 5.4.21: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με την FLIR INFRARED CAMERA την χειροκίνητη πάνω από τον άξονα συμμετρίας

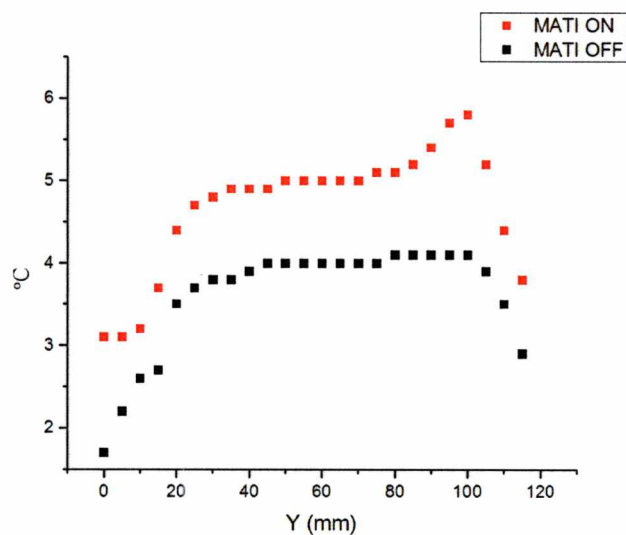


Σχήμα 5.4.22: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με την FLIR INFARED CAMERA την χειροκίνητη κάτω από τον άξονα συμμετρίας

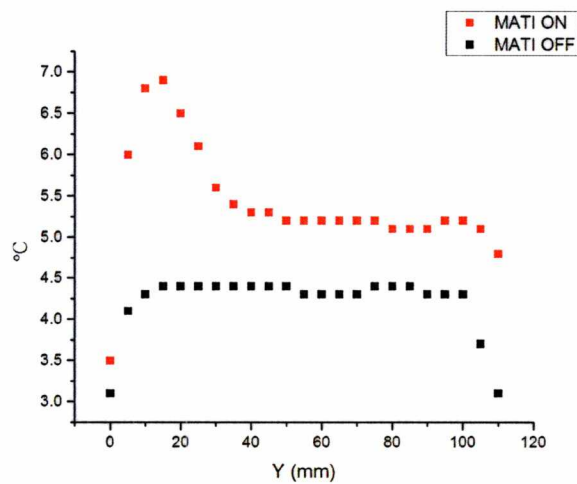
Στα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται η θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια να είναι σε υψηλότερη θερμοκρασία από την μη θερμενόμενη. Από τα σχήματα 5.4.1 όπου η θερμενόμενη είναι στους 3.4 °C και η μη να είναι στους 2.4 °C. Όσο απομακρύνονται οι μετρήσεις προς τα πάνω από τον άξονα συμμετρίας τόσο μεγαλώνει και η διαφορά μεταξύ τους δηλαδή όπως φαίνεται στο σχήμα 5.4.5 η θερμενόμενη είναι στους 6 °C και η μη θερμενόμενη είναι στους 1.5 °C. Από την άλλη κάτω από τον άξονα συμμετρίας η διαφορά είναι σχεδόν ίδια.

5.4.2. Πολύ μικρή κοιλότητα

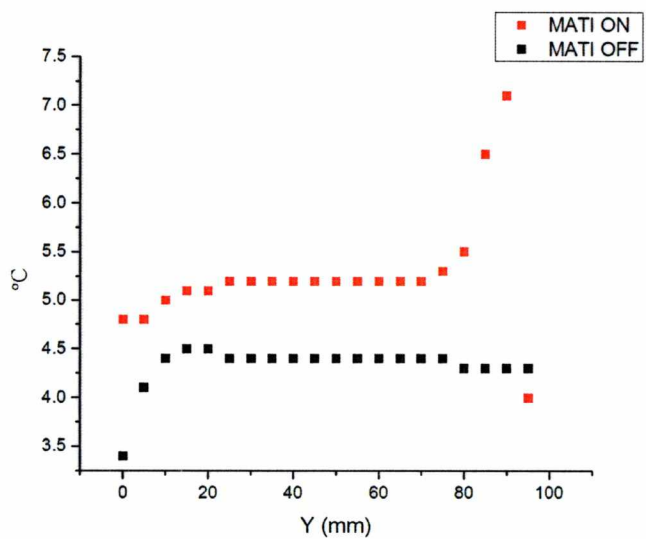
Τα διαγράμματα των θερμοκρασιών($\Delta\theta$)όπου το $\Delta\theta$ είναι η θερμοκρασία εξόδου από τον σωλήνα μείον την θερμοκρασία περιβάλλοντος της επίπεδης επιφάνειας στη θέση $Y = +45\text{mm}$ που φαίνονται παρακάτω:



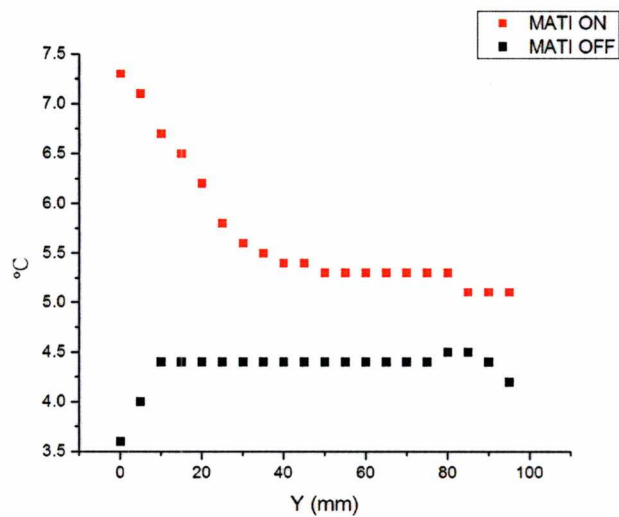
Σχήμα 5.4.2.1: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρία



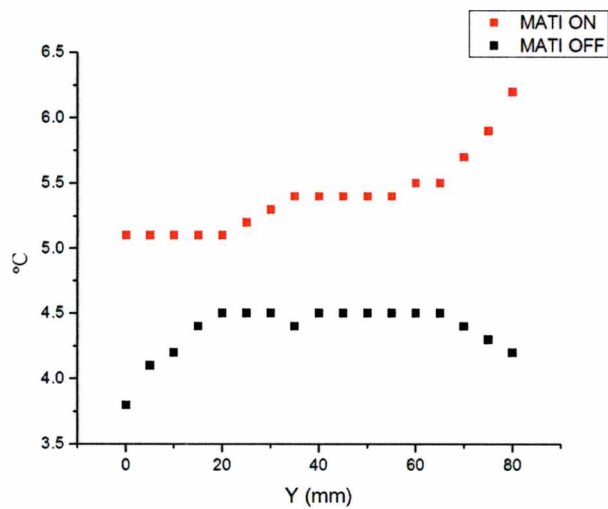
Σχήμα 5.4.2.2: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



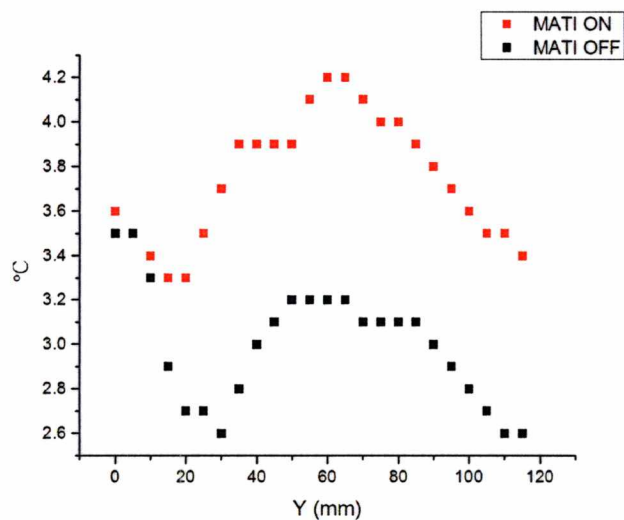
Σχήμα 5.4.2.3: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



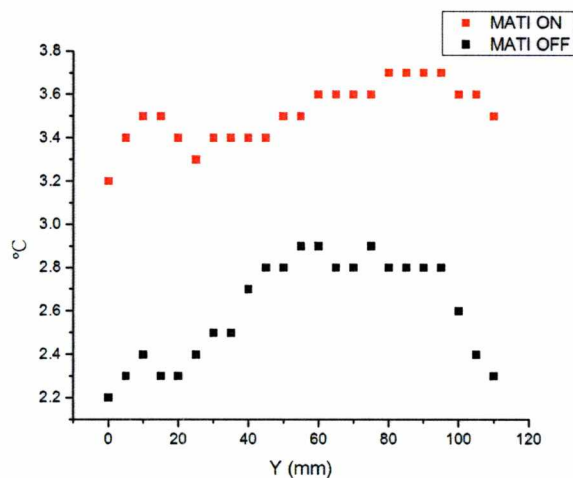
Σχήμα 5.4.2.4: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



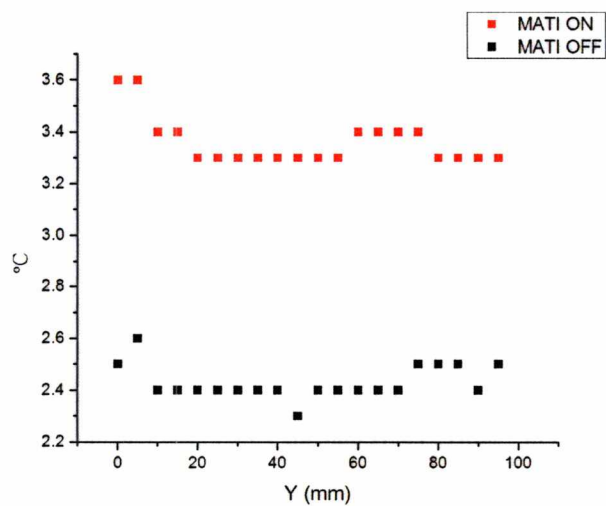
Σχήμα 5.4.2.5: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



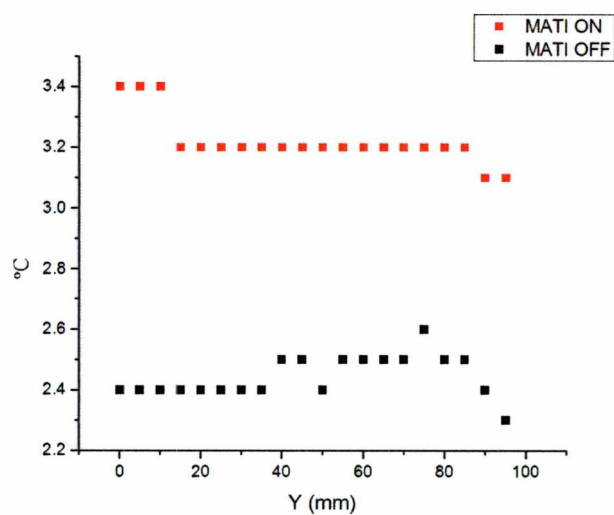
Σχήμα 5.4.2.6: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



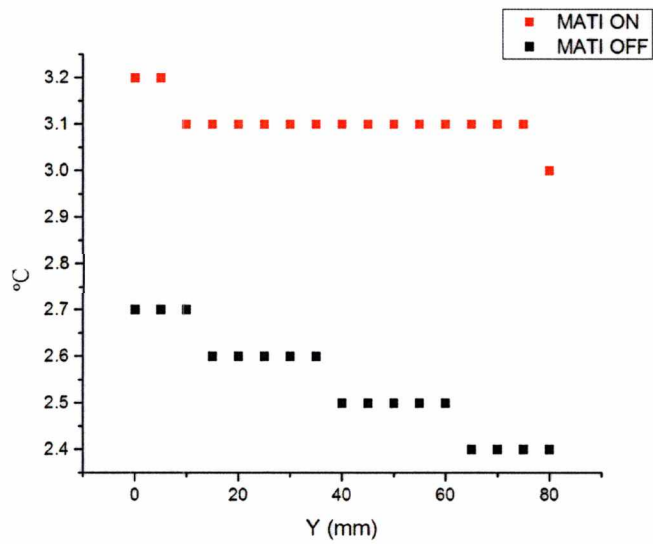
Σχήμα 5.4.2.7: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



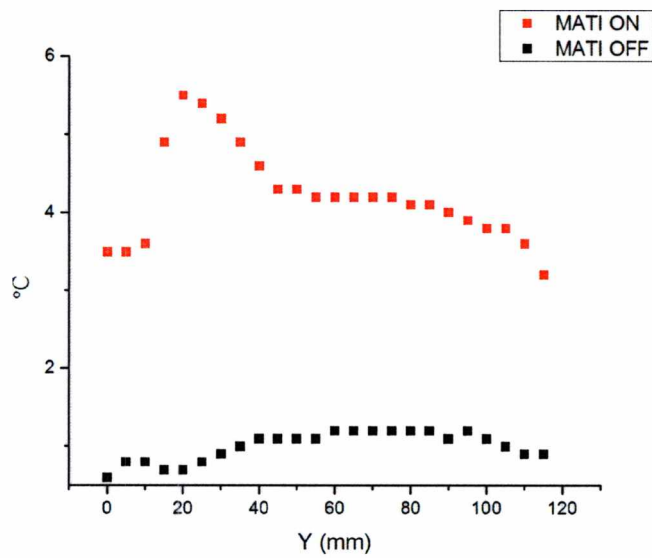
Σχήμα 5.4.2.8: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



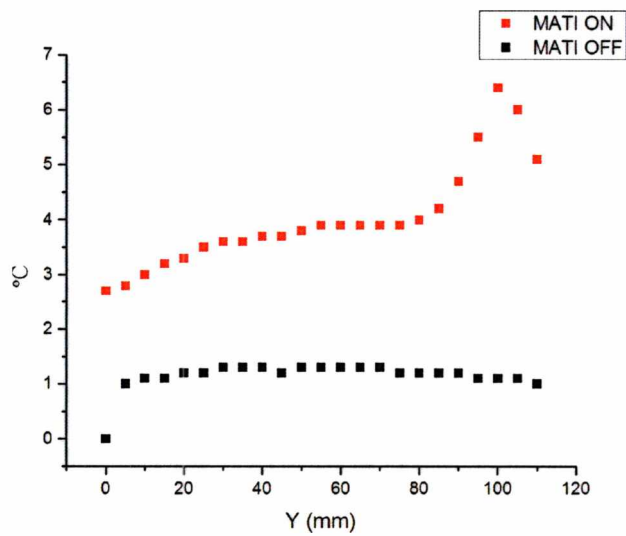
Σχήμα 5.4.2.9: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



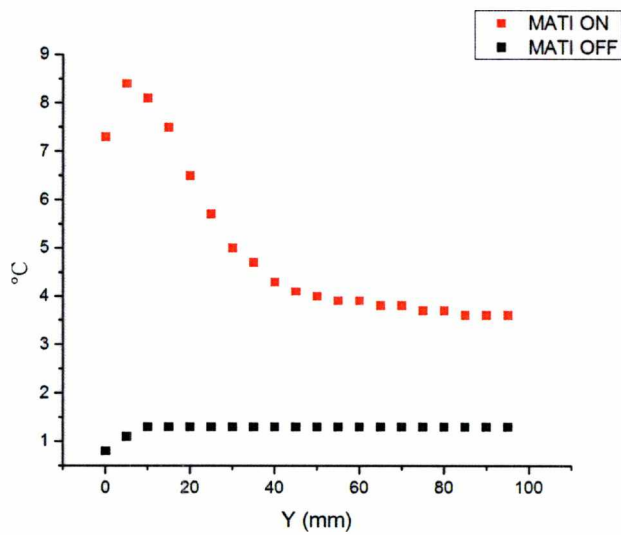
Σχήμα 5.4.2.10: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



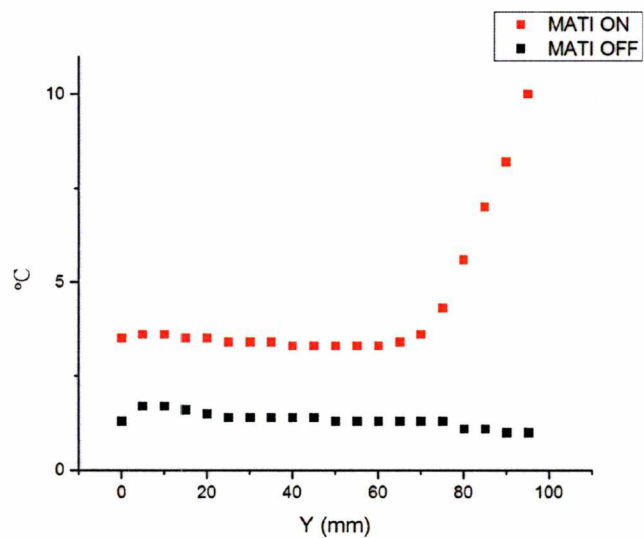
Σχήμα 5.4.2.11: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 1mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



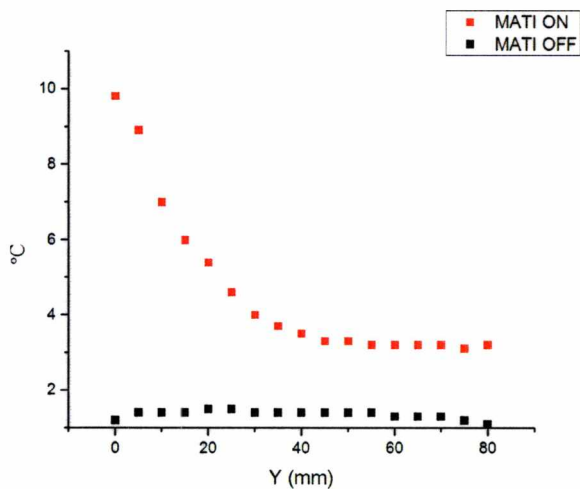
Σχήμα 5.4.2.12: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 2mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



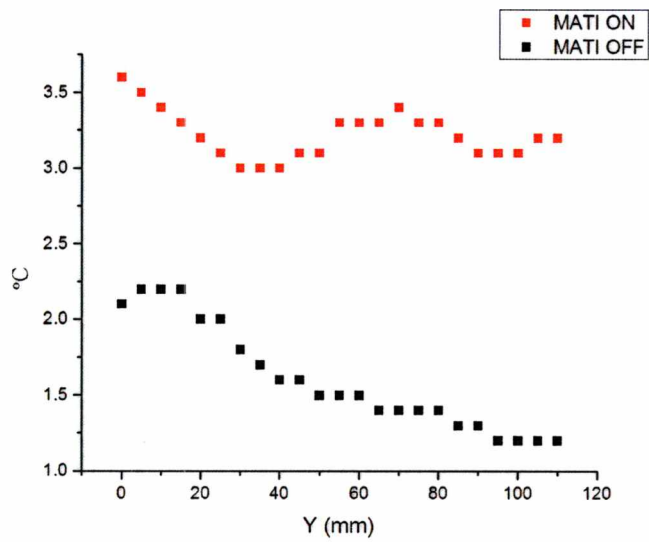
Σχήμα 5.4.2.13: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 3mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



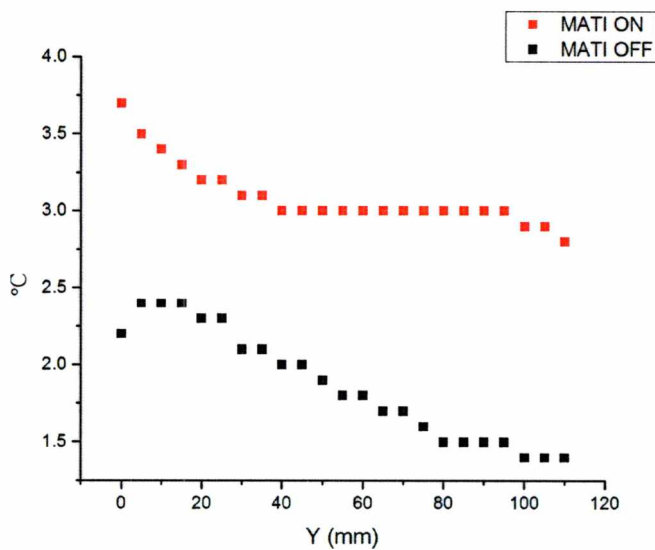
Σχήμα 5.4.2.14: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 4mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



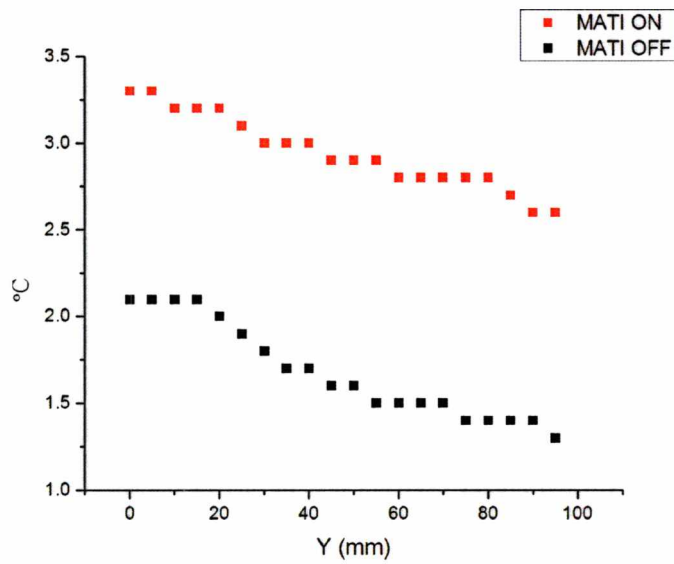
Σχήμα 5.4.2.15: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 5mm πάνω από τον άξονα συμμετρίας



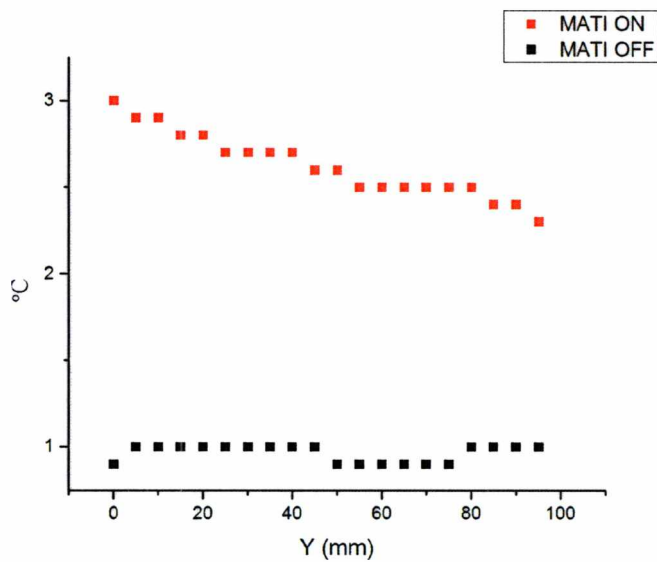
Σχήμα 5.4.2.16: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 1mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



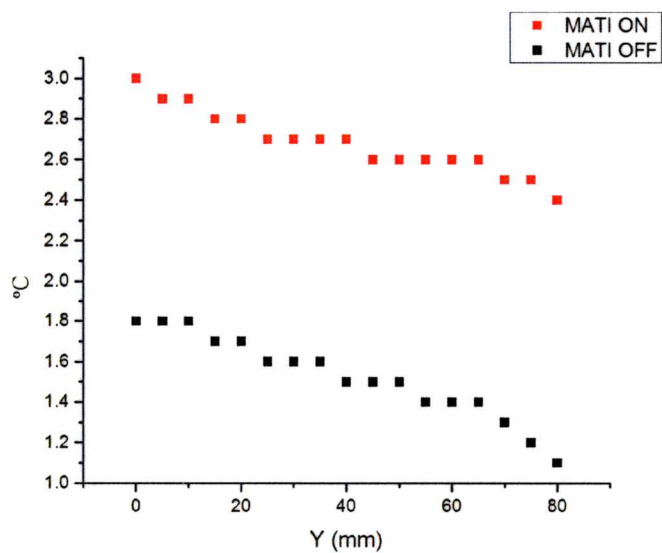
Σχήμα 5.4.2.17: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 2mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



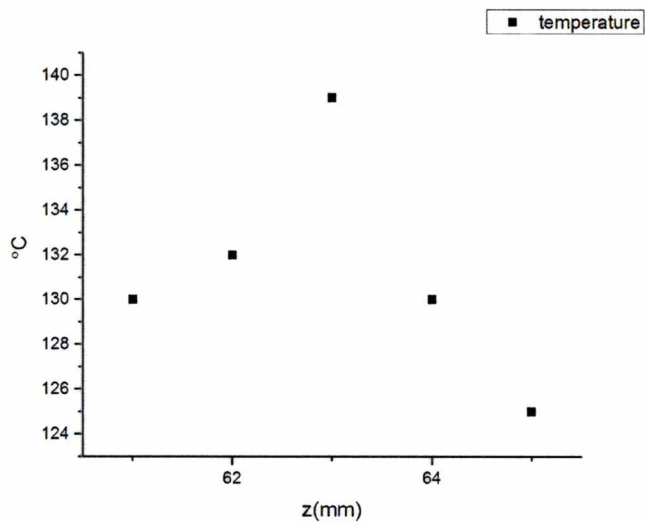
Σχήμα 5.4.2.18: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 3mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



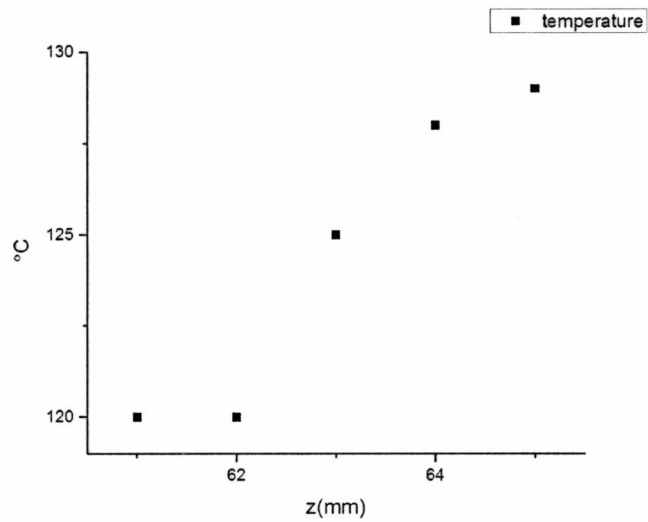
Σχήμα 5.4.2.19: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 4mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



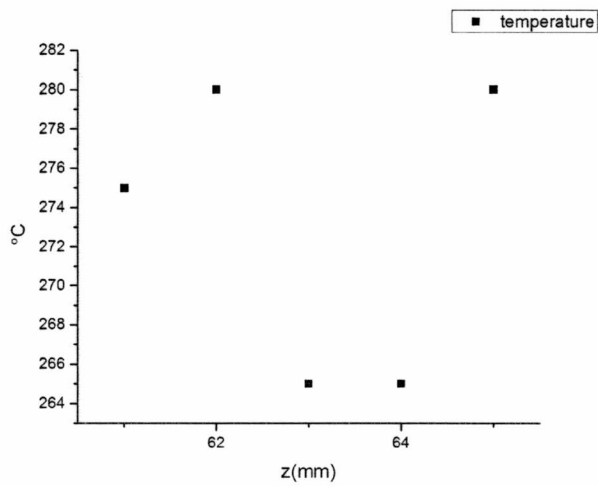
Σχήμα 5.4.2.20: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz για 5mm κάτω από τον άξονα συμμετρίας



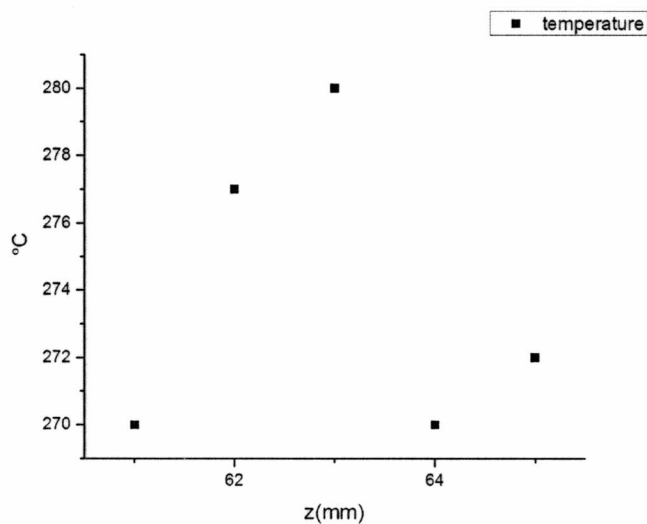
Σχήμα 5.4.2.21: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητη πάνω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 5.4.2.22: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 50Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητηκάτω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 5.4.2.23: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητηπάνω από τον άξονα συμμετρίας



Σχήμα 5.4.2.24: Οι τιμές των θερμοκρασιών στα 7.5Hz με την FLIR INFARED CAMERA χειροκίνητηκάτω από τον άξονα συμμετρίας

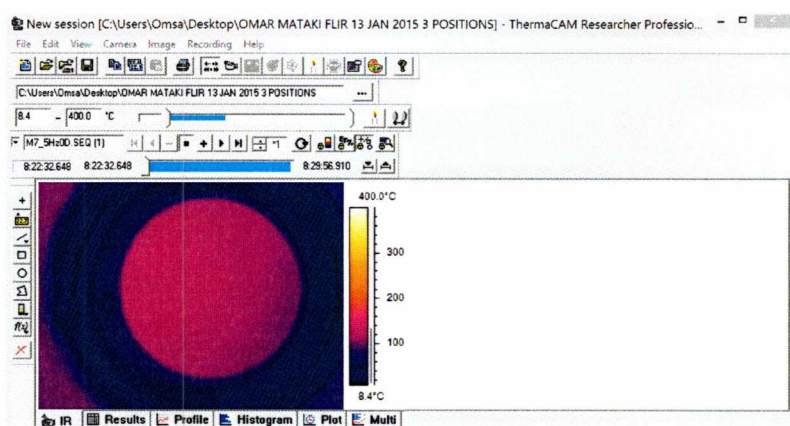
Στα 50 Hz υπάρχει μία μικρή διαφορά ανάμεσα στην θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια και στην μη θερμενόμενη όπως φαίνεται και από το σχήμα 5.4.2.1 για την θερμενόμενη είναι στους 6 °C ενώ για την μη θερμενόμενη είναι στους 4 °C. Η μέγιστη θερμοκρασία για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια είναι στους 7.5 °C πάνω από τον άξονα συμμετρίας. Από την άλλη κάτω από τον άξονα συμμετρίας συμβαίνει το ίδιο δηλαδή υπάρχει διαφορά μεταξύ τους και η μέγιστη θερμοκρασία αντιστοιχεί στους 6.8 °C όπου οι μετρήσεις έγιναν πιο κοντά στον άξονα συμμετρίας.

Στα 7.5 Hz πάνω από τον άξονα η μέγιστη θερμοκρασία που αντιστοιχεί για την θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια είναι στους 10 °C όπως φαίνεται στο σχήμα 5.4.2.15 ενώ κάτω από τον άξονα συμμετρίας είναι στους 3.6 °C.

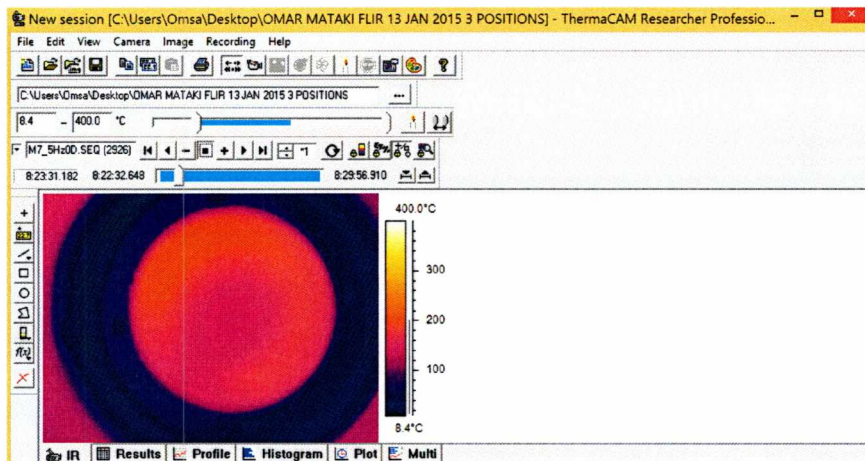
5.5.Πεδίο Θερμοκρασιών με τηνFLIR INFAREDCAMERA συνάρτηση του χρόνου

5.5.1. Πεδίο θερμοκρασιών για την επίπεδη θερμενόμενη επιφάνεια

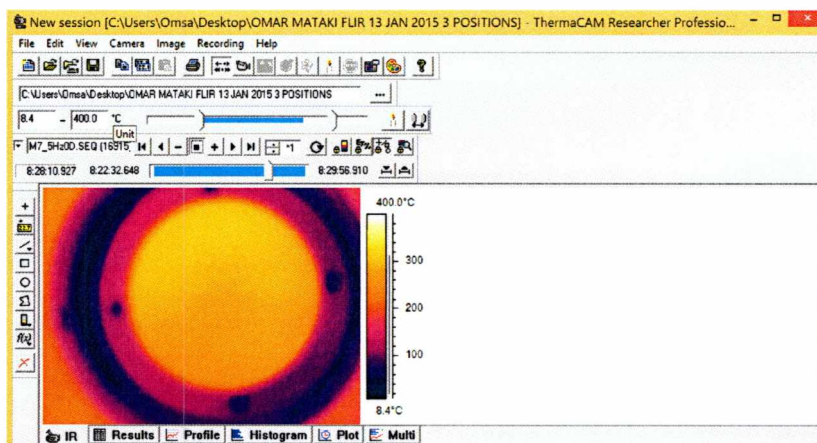
Τα διαγράμματα των μέσων απολύτων θερμοκρασιών για τηνεπίπεδη επιφάνεια γιατις θέσεις $Y = 0\text{mm}$ και $Y = -45\text{mm}$ με την FLIR INFARED CAMERA. Στην αρχή τουσυγκεκριμένου πειράματος η επίπεδη επιφάνειαδεν θερμένεται για 30 second, μετά αρχίζει να θερμένεταιγια 4 minutesκαι στη συνέχεια πάλι δεν θερμένεται για άλλο 1 minute,φαινόνται παρακάτω:



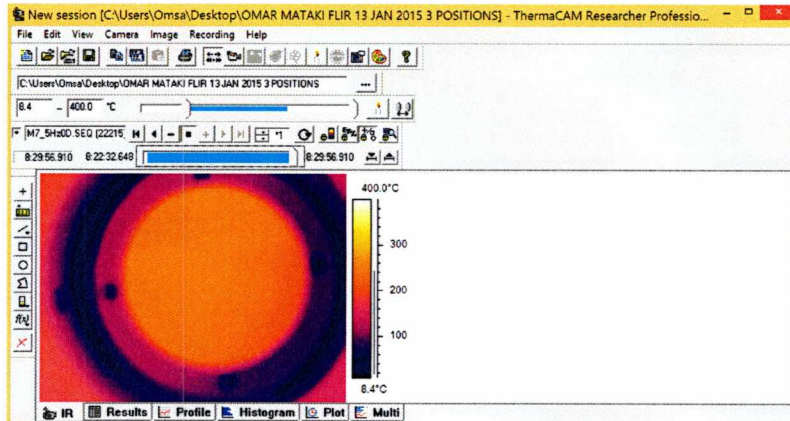
Σχήμα 5.1.1: Μη θερμενόμενη επίπεδη επιφάνεια στα 0 second



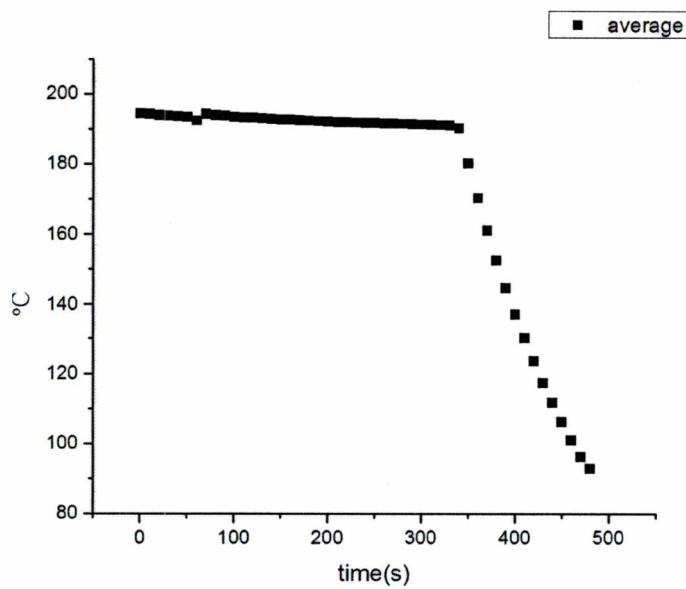
Σχήμα 5.1.2: Όταν αρχίζει να θερμίνεται η επίπεδη επιφάνεια μετά από τα 60 second



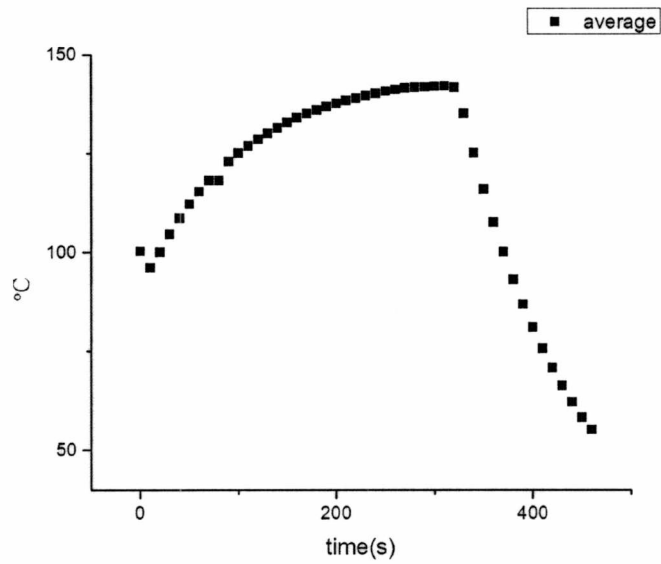
Σχήμα 5.1.3: Όταν έχει θερμανθεί πλήρως μετά από 120 second



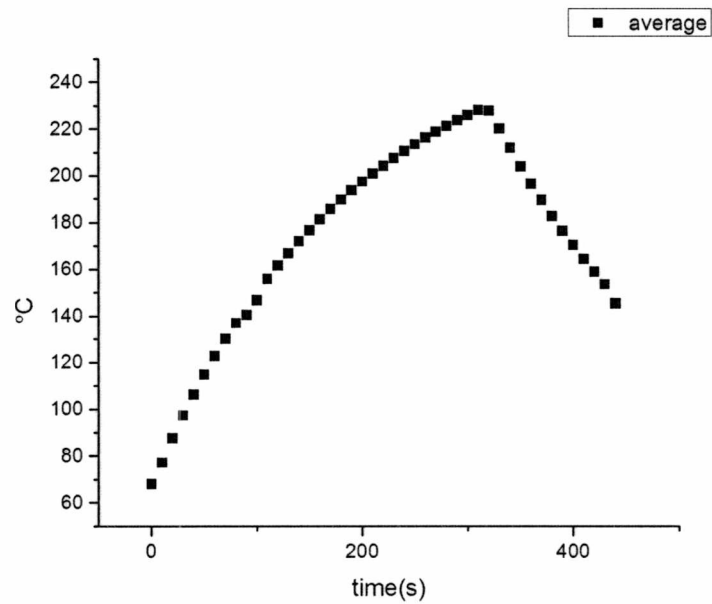
Σχήμα 5.1.4: Όταν αρχίζει να ψύχεται η επίπεδη επιφάνεια στα 420 second



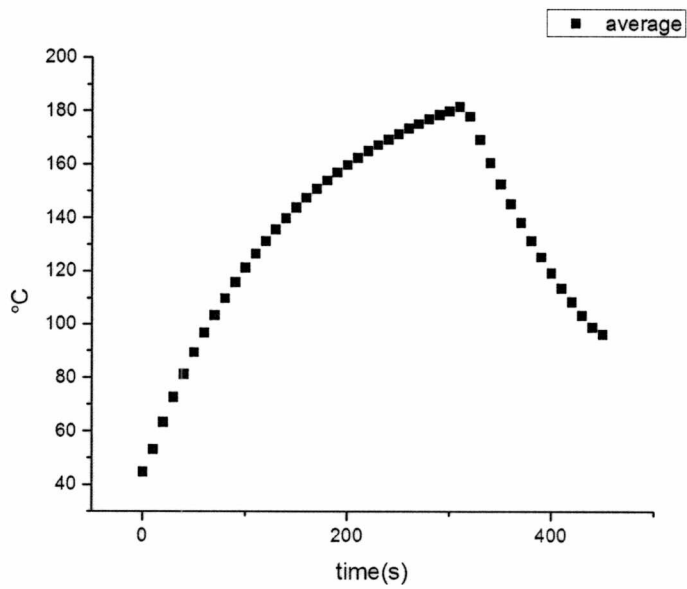
Σχήμα 5.1.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με $Y = 0\text{mm}$



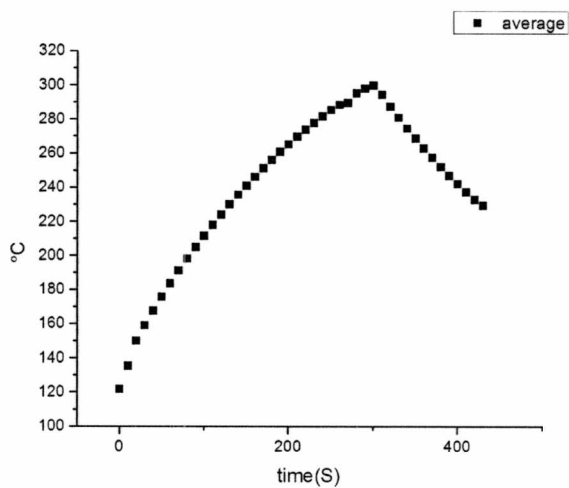
Σχήμα 5.1.6:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = -45\text{mm}$



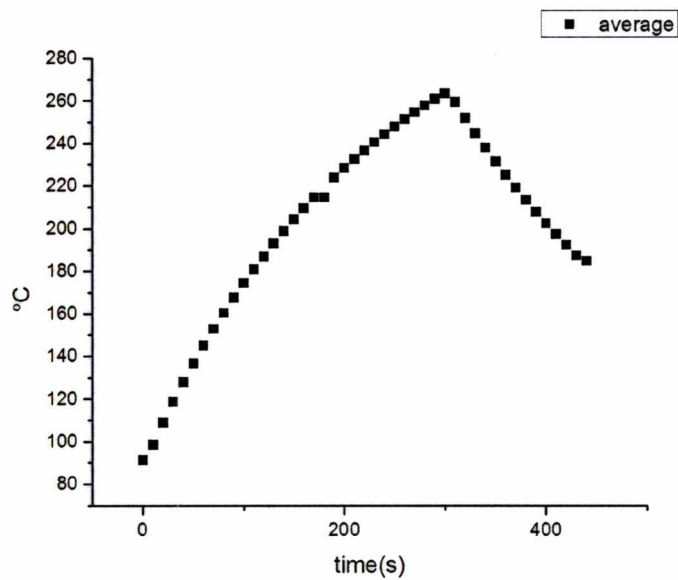
Σχήμα 5.1.7:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με $Y = 0\text{mm}$



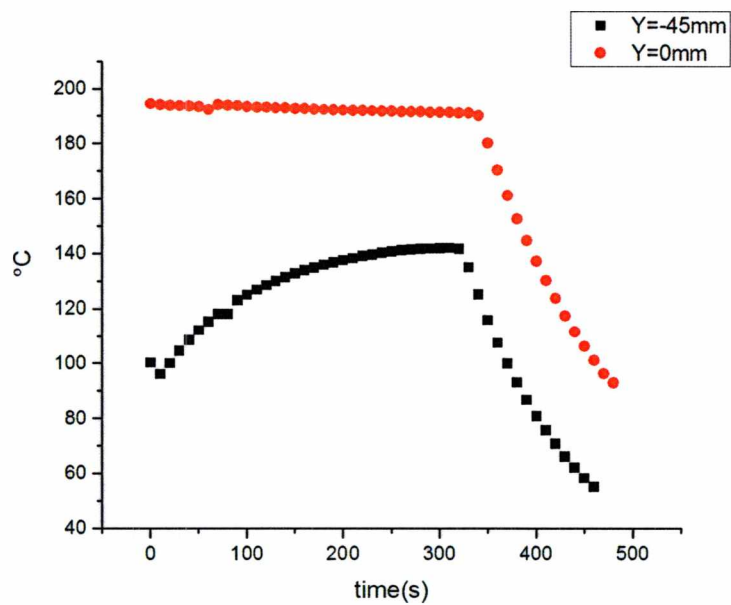
Σχήμα 5.1.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με $Y = -45\text{mm}$



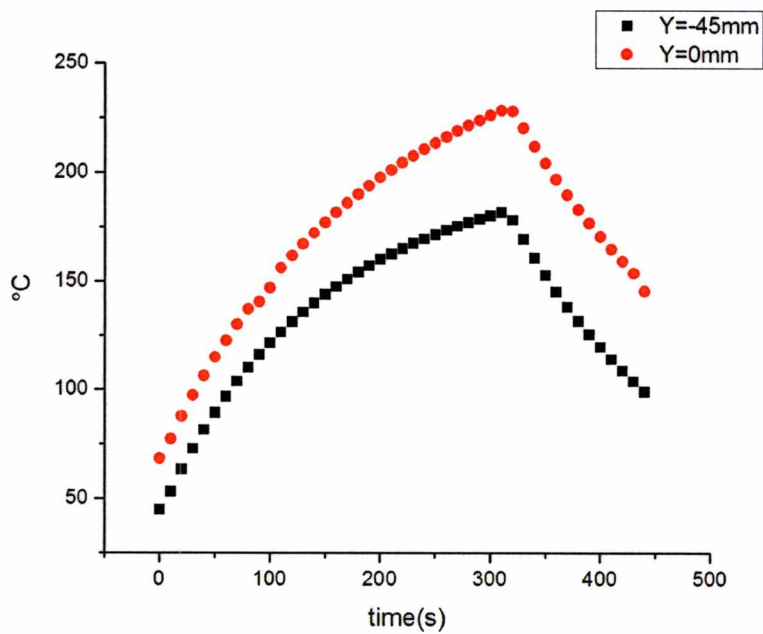
Σχήμα 5.1.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με $Y = 0\text{mm}$



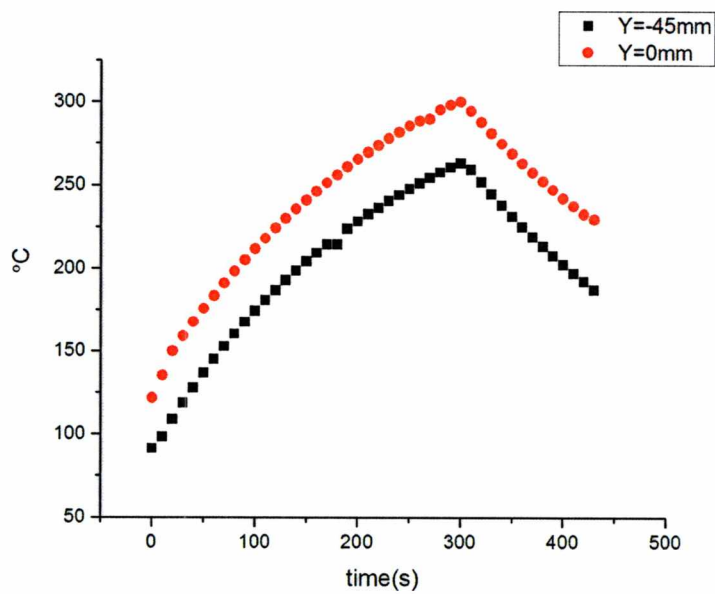
Σχήμα 5.1.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με $Y = -45\text{mm}$



Σχήμα 5.1.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm



Σχήμα 5.1.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm

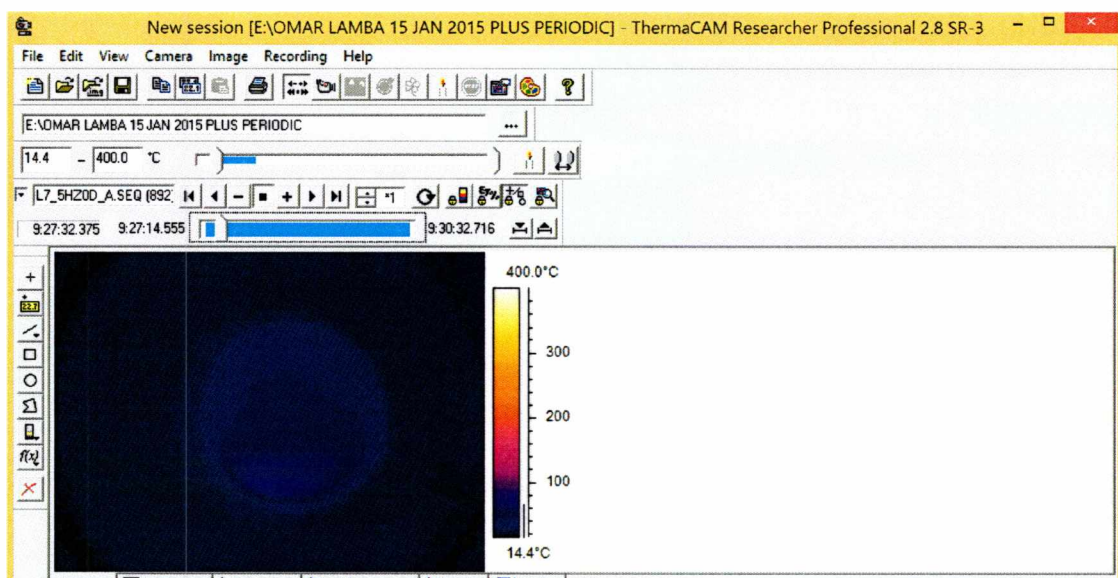


Σχήμα 5.1.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με $Y = 0$ mm και $Y = -45$ mm

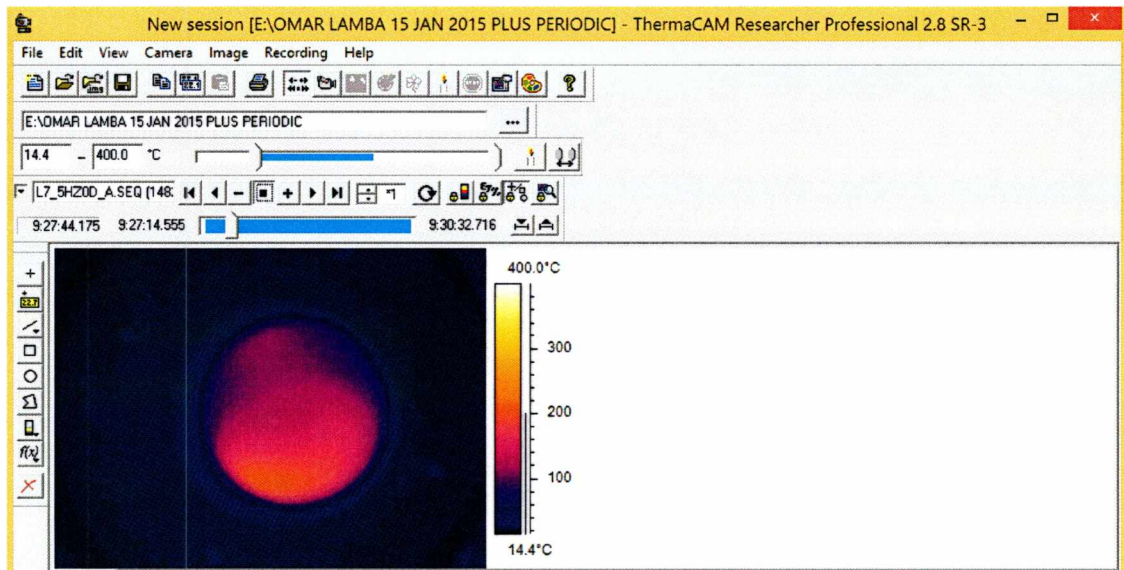
Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι για $Y = 0\text{mm}$ οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών είναι υψηλότερες απ' ότι για $Y = -45\text{mm}$. Όσο η ταχύτητα μικραίνει τόσο μεγαλώνει και η θερμοκρασία της επίπεδης επιφάνειας. Από το σχήμα 5.11 φαίνεται καθαρά ότι στην θέση $Y = 0\text{ mm}$ η μέση απόλυτη θερμοκρασία στα 50 Hz είναι στους $300\text{ }^\circ\text{C}$ ενώ για την θέση $Y = -45\text{ mm}$ είναι στους $140\text{ }^\circ\text{C}$.

5.5.2: Πεδίο θερμοκρασιών για την σφαιρική θερμενόμενη επιφάνεια 100W

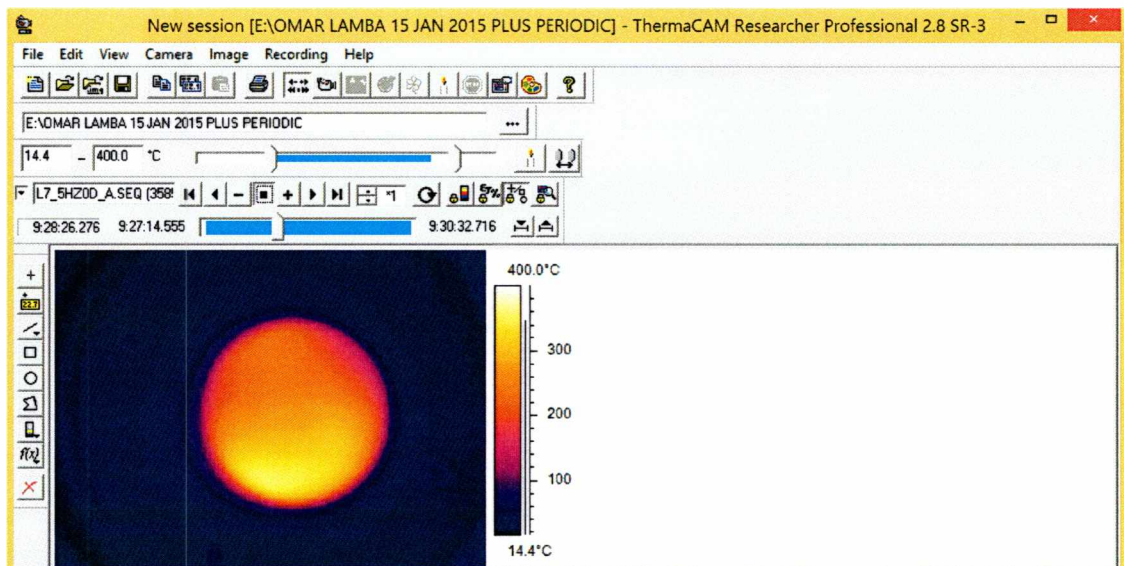
Τα διαγράμματα των μέσων απολύτων θερμοκρασιών για την σφαιρική θερμενόμενη επιφάνεια 100W. Στην αρχή του πειράματος η επίπεδη επιφάνεια δεν θερμενείται για 30 seconds, μετά αρχίζει να θερμενεται για 4 minutes και στη συνέχεια πάλι δεν θερμενεται για άλλο 1 minute αλλά και με τον ρυθμιστή dimmer ο οποίος αναβόσβηνε την σφαιρική επιφάνεια για τις θέσεις $Y = 0\text{mm}$ και $Y = -25\text{mm}$ με την βοήθεια του προγράμματος της FLIR INFARED CAMERA που φαίνονται παρακάτω:



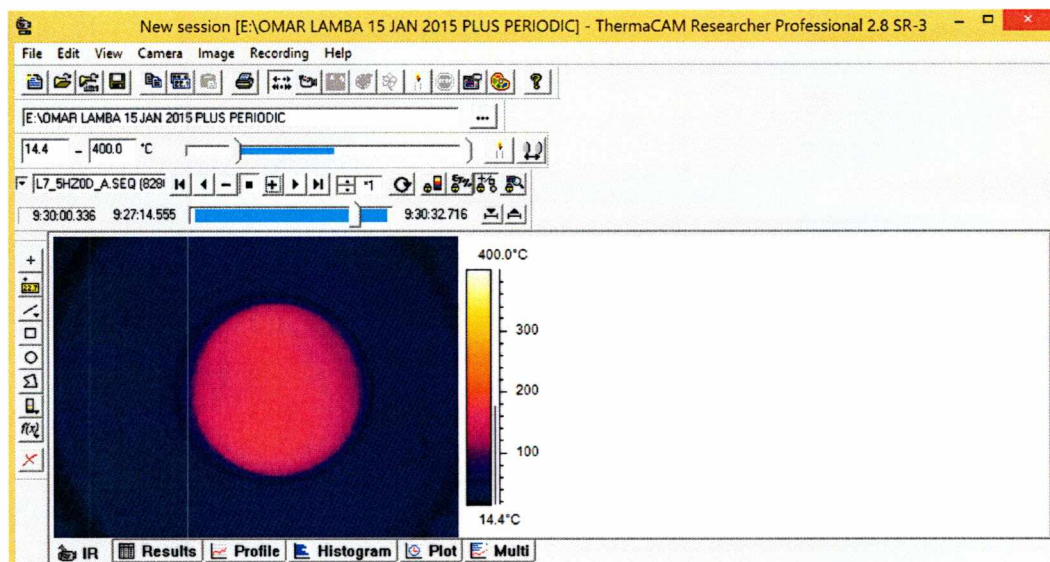
Σχήμα 5.5.2.1: Μη θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια στα 0 second



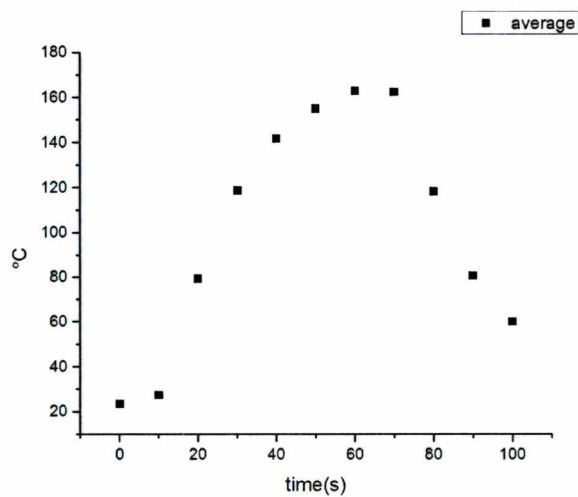
Σχήμα 5.5.2.2: Όταν αρχίζει να θερμένεται η σφαιρική επιφάνεια μετά από τα 60 second



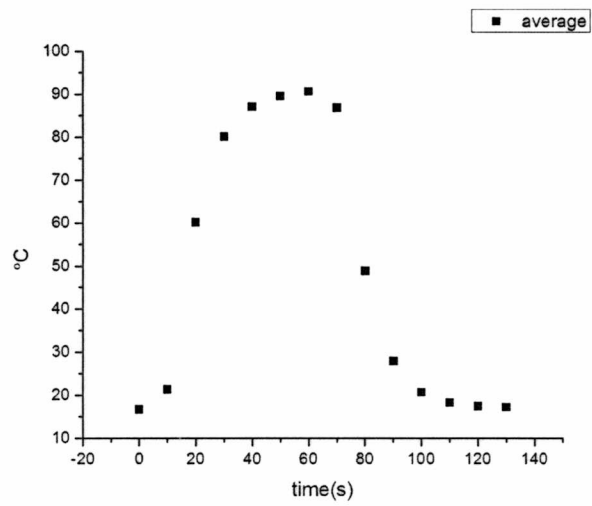
Σχήμα 5.5.2.3: Όταν έχει θερμανθεί πλήρως μετά από 120 second



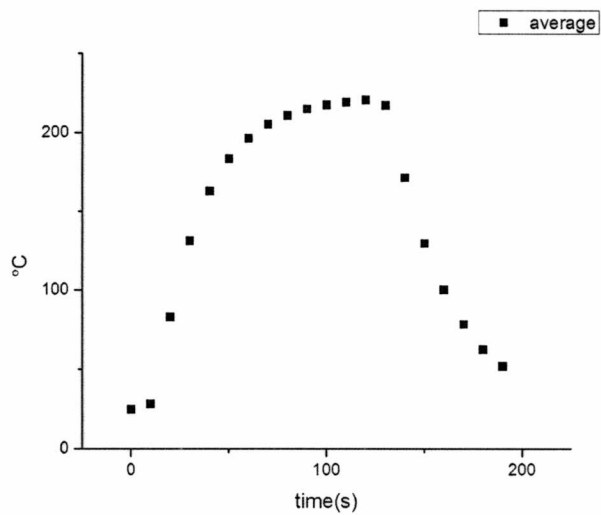
Σχήμα 5.5.2.4: Όταν αρχίζει να ψύχεται η σφαιρική επιφάνεια στα 420 second



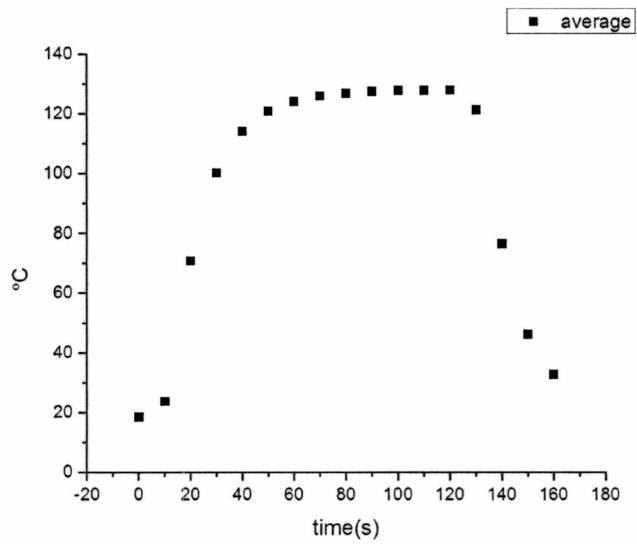
Σχήμα 5.5.2.5: Οι μέσες τιμές των απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με $Y = 0\text{mm}$



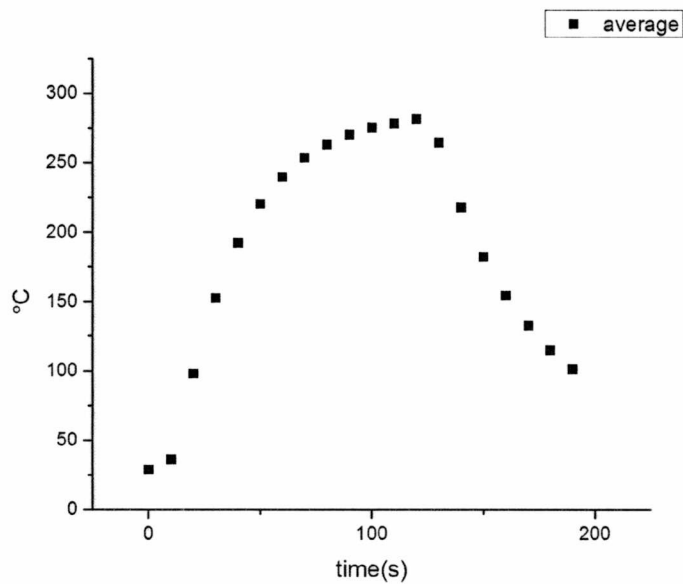
Σχήμα 5.5.2.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με $Y = -25\text{mm}$



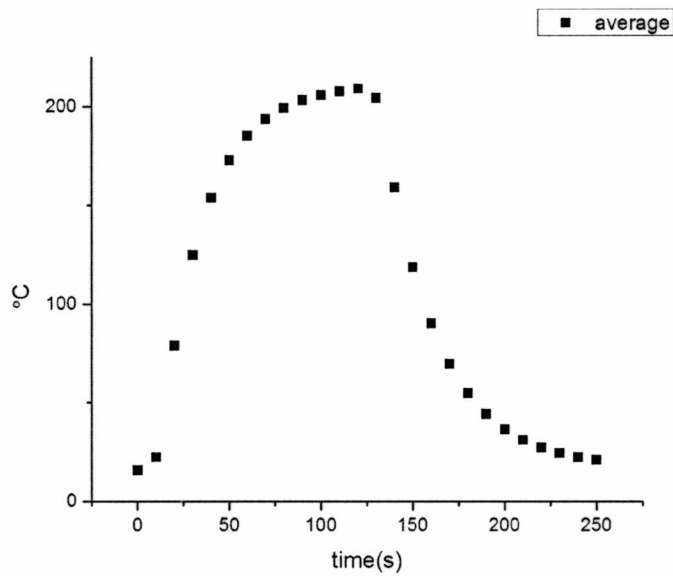
Σχήμα 5.5.2.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με $Y = 0\text{mm}$



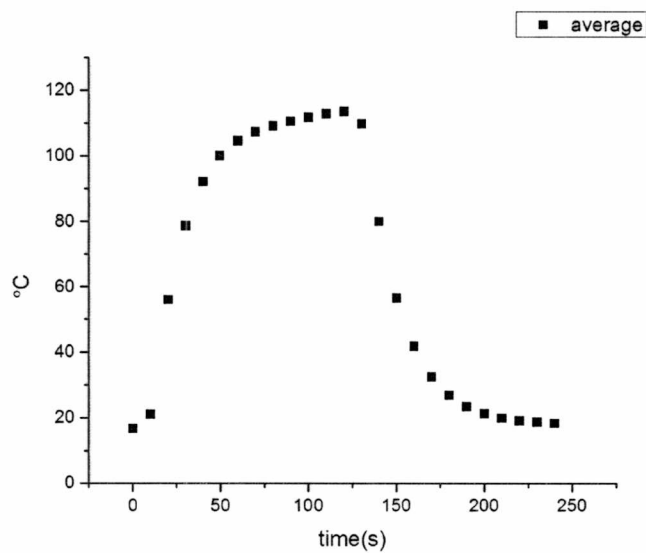
Σχήμα 5.5.2.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με $Y = -25\text{mm}$



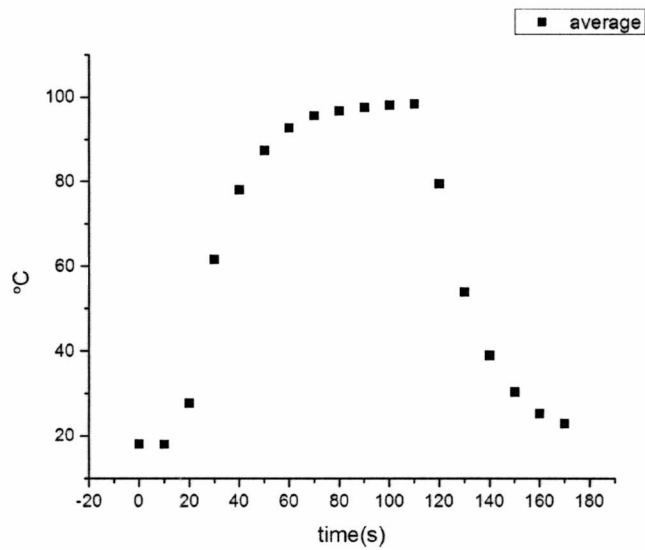
Σχήμα 5.5.2.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με $Y = 0\text{mm}$



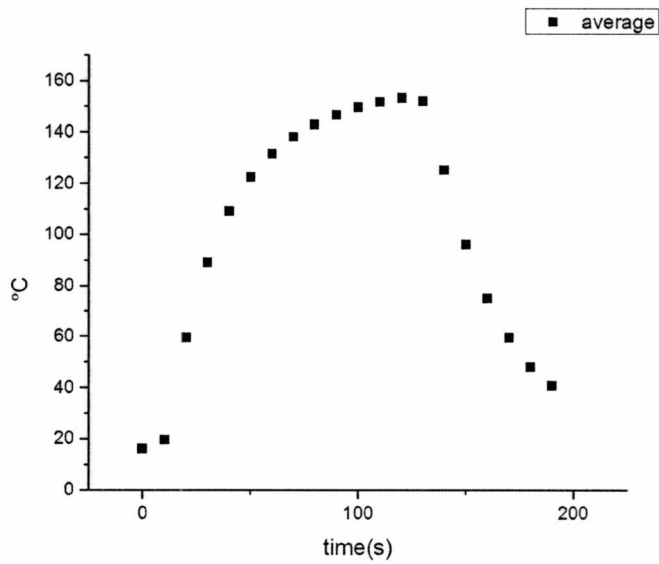
Σχήμα 5.5.2.10:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με $Y = -25\text{mm}$



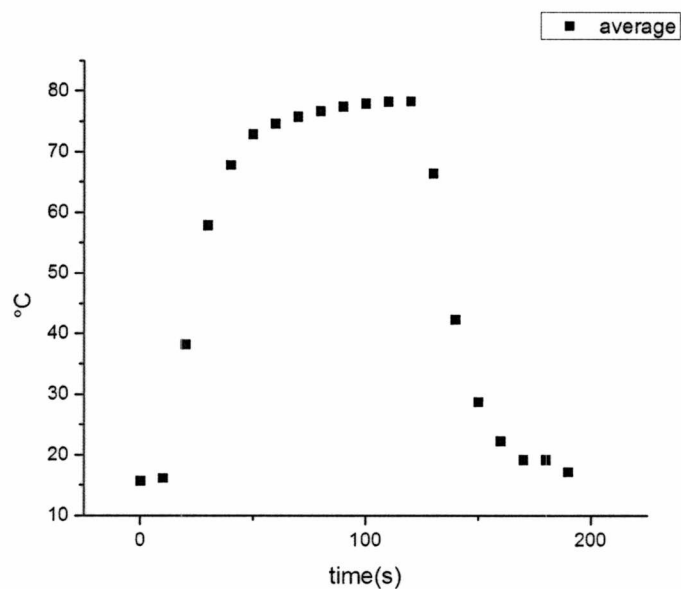
Σχήμα 5.5.2.11:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0\text{mm}$



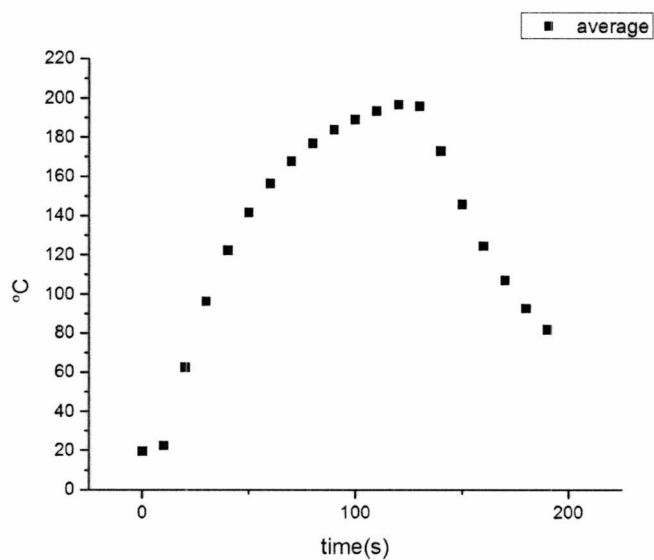
Σχήμα 5.5.2.12:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25\text{mm}$



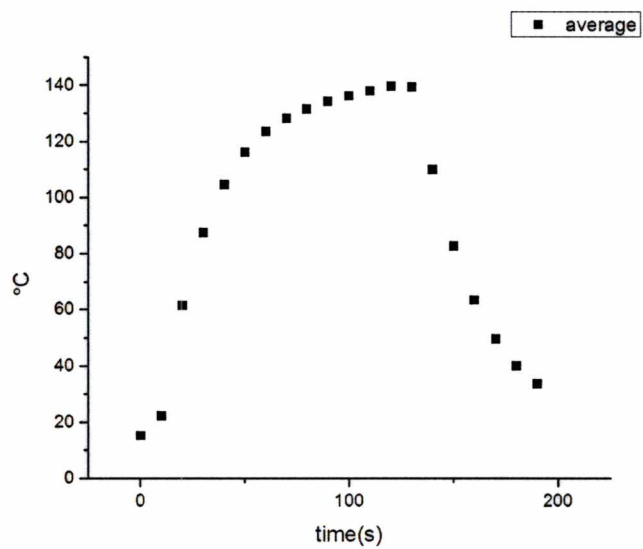
Σχήμα 5.5.2.13:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0\text{mm}$



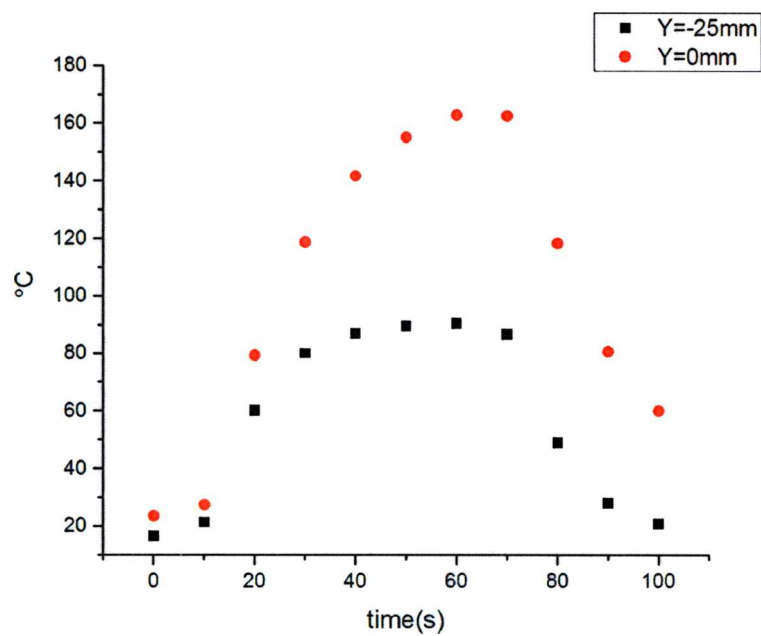
Σχήμα 5.5.2.14: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25\text{mm}$



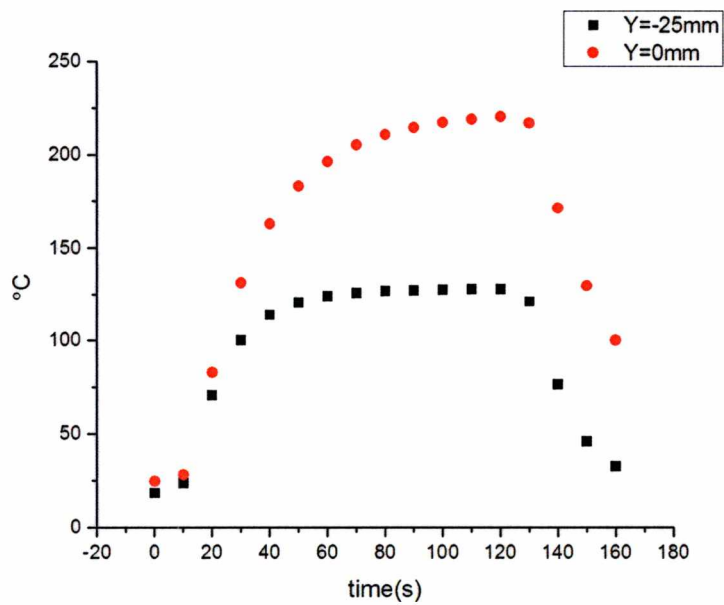
Σχήμα 5.5.2.15: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0\text{mm}$



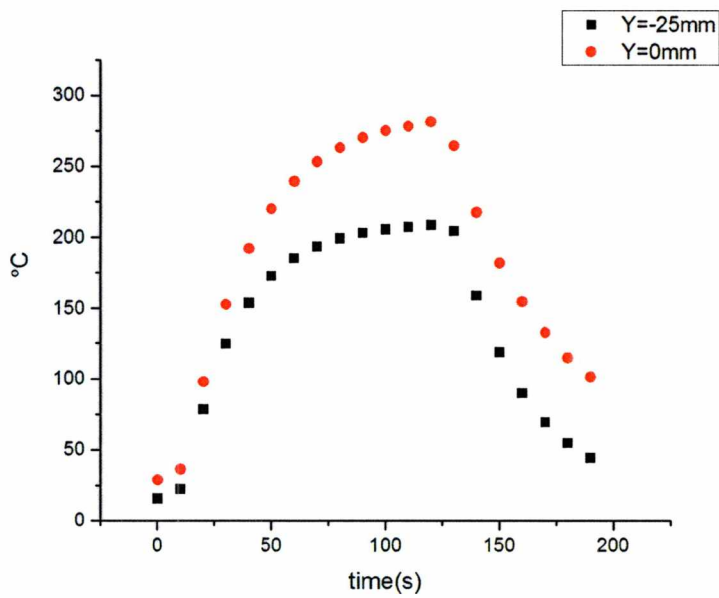
Σχήμα 5.5.2.16: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = -25\text{mm}$



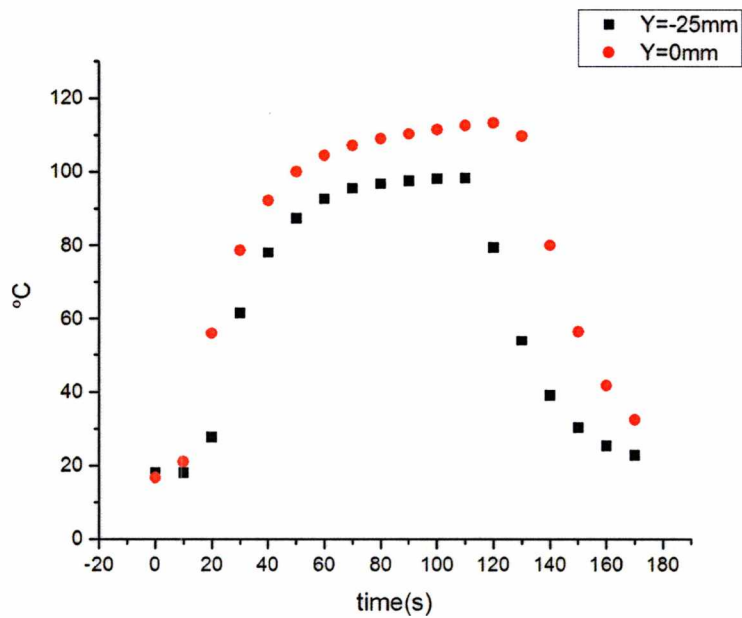
Σχήμα 5.5.2.17: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με $Y = 0\text{ mm}$ και $Y = -25\text{ mm}$



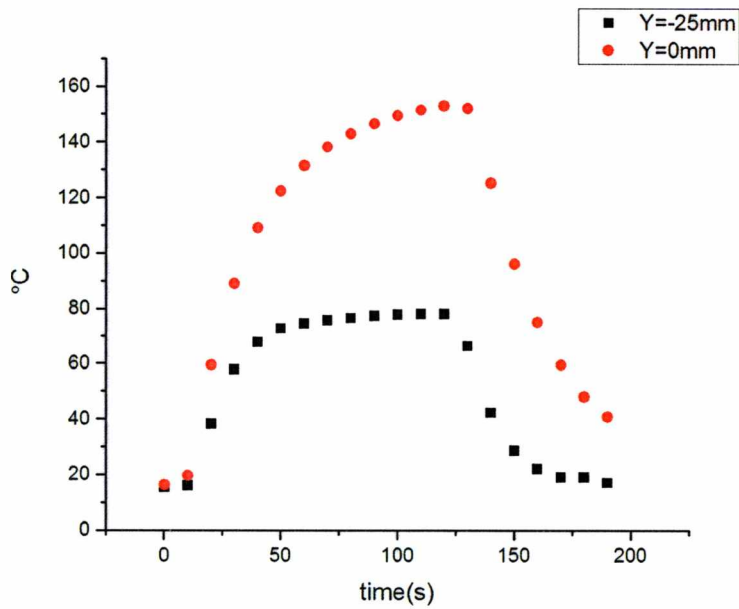
Σχήμα 5.5.2.18: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



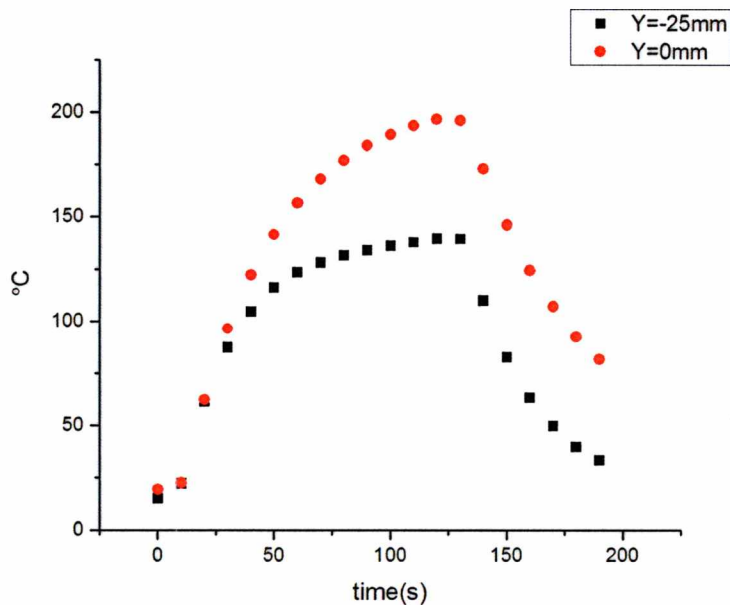
Σχήμα 5.5.2.19: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



Σχήμα 5.5.2.20: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer στις θέσεις $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm



Σχήμα 5.5.2.21: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer στις θέσεις $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm

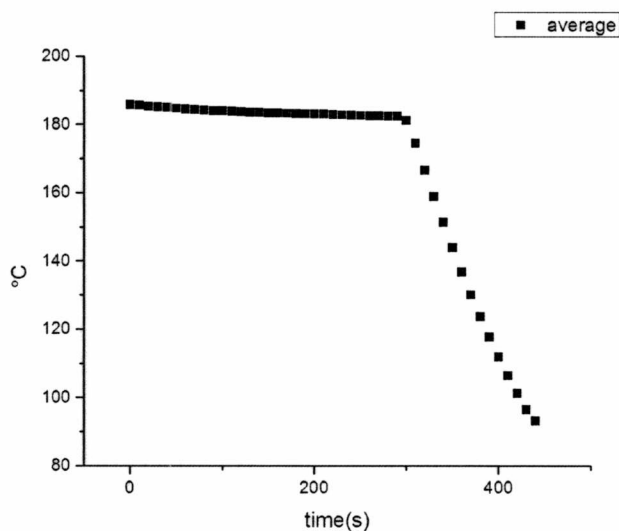


Σχήμα 5.5.2.22: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer στις θέσεις $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$

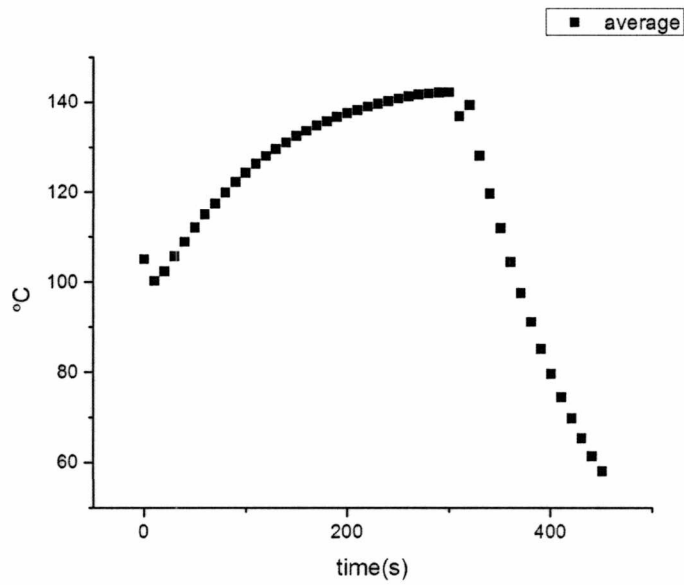
Σ'αυτά τα διαγράμματα παρατηρείται ότι για την θέση $Y = 0 \text{ mm}$ είναι μεγαλύτερες οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών απ' ότι για την θέση $Y = -25 \text{ mm}$. Επιπλέον έχει υποθετηθεί ένας ρυθμιστής dimmer το οποίο αναβοσβήνει την σφαιρική επιφάνεια, με αυτόν τον τρόπο οι τιμές των μέσων θερμοκρασιών να είναι μικρότερες δηλαδή να μην αφήνει την σφαιρική επιφάνεια να φτάσει στην μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία όπως φαίνεται στα παραπάνω σχήματα. Στο σχήμα 5.5.17 η μέγιστη απόλυτη θερμοκρασία είναι στους $170 \text{ }^\circ\text{C}$ για την θέση $Y = 0 \text{ mm}$ και όσο χαμηλώνει η ταχύτητα του φουσητήρα τόσο μεγαλώνει και η απόλυτη θερμοκρασία να φτάνει στους $300 \text{ }^\circ\text{C}$. Από την άλλη με τον ρυθμιστή dimmer στο σχήμα 5.5.20 η μέγιστη θερμοκρασία για την θέση $Y = 0 \text{ mm}$ είναι στους $290 \text{ }^\circ\text{C}$ και όσο χαμηλώνει η ταχύτητα τόσο χαμηλώνει και η απόλυτη θερμοκρασία όπως φαίνεται στο σχήμα 5.5.22 να φτάνει στους $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

5.5.3.Πεδίο θερμοκρασιών κατά τον άξονα Ζ της θερμενόμενης επίπεδης επιφάνειας

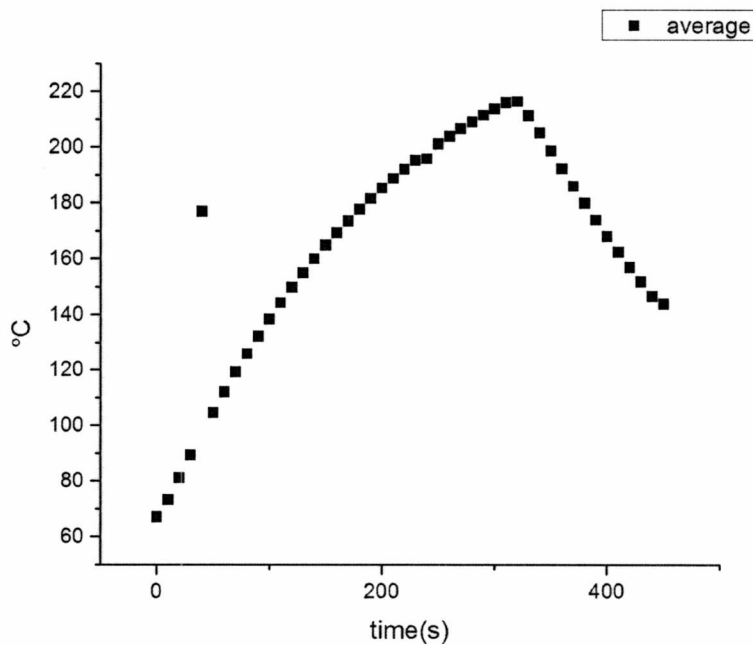
Τα διαγράμματα των μέσων απολύτων θερμοκρασιών για την επίπεδη επιφάνεια για τις θέσεις $Y=0\text{mm}$ και $Y = -45\text{mm}$ με το πρόγραμμα της FLIR INFRARED CAMERA. Το ίδιο συμβαίνει και εδώ δηλαδή η επίπεδη επιφάνεια δεν θερμένεται για 30 seconds, έπειτα αρχίζει να θερμένεται για 4 minutes και στη συνέχεια πάλι δεν θερμένεται για άλλο 1 minute φαίνονται παρακάτω:



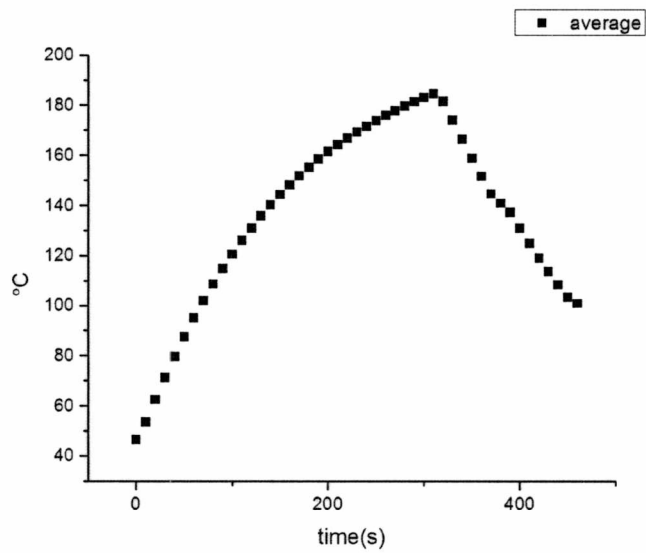
Σχήμα 5.5.3.1:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = 0\text{mm}$



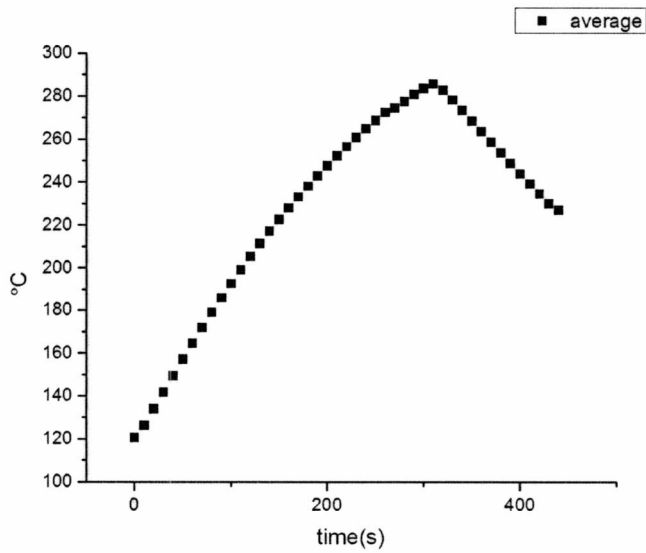
Σχήμα 5.5.3.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = -45\text{mm}$



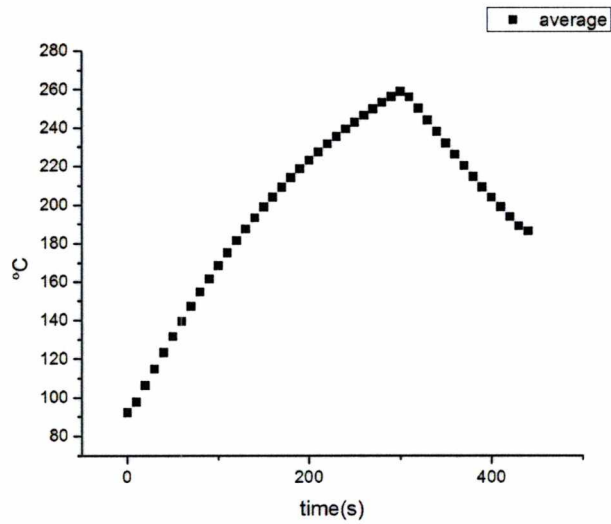
Σχήμα 5.5.3.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = 0\text{mm}$



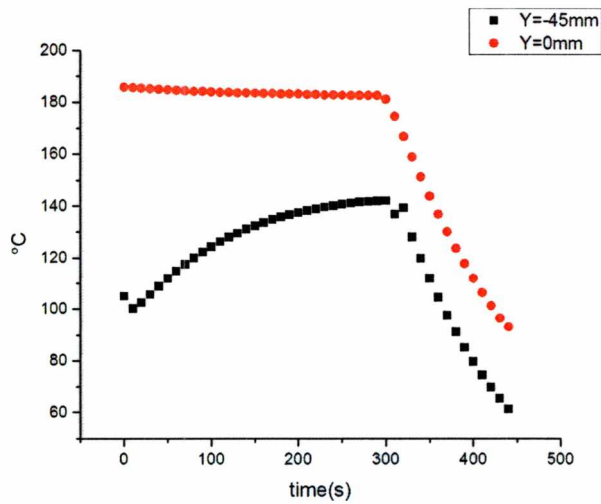
Σχήμα 5.5.3.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = -45\text{mm}$



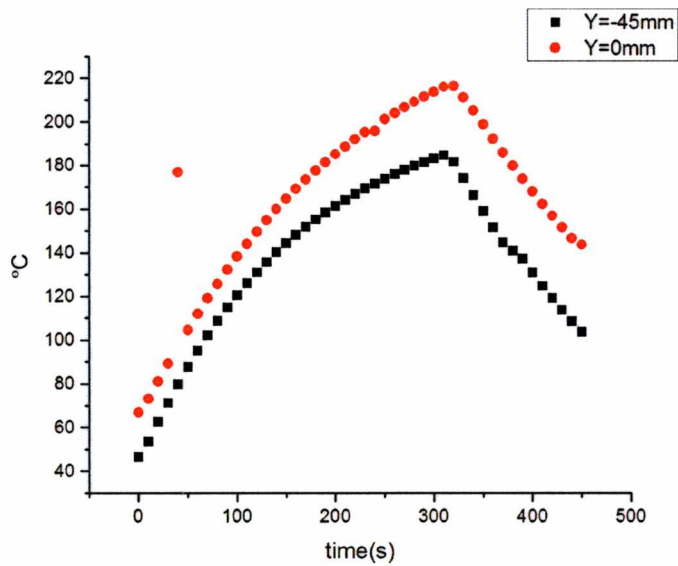
Σχήμα 5.5.3.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = 0\text{mm}$



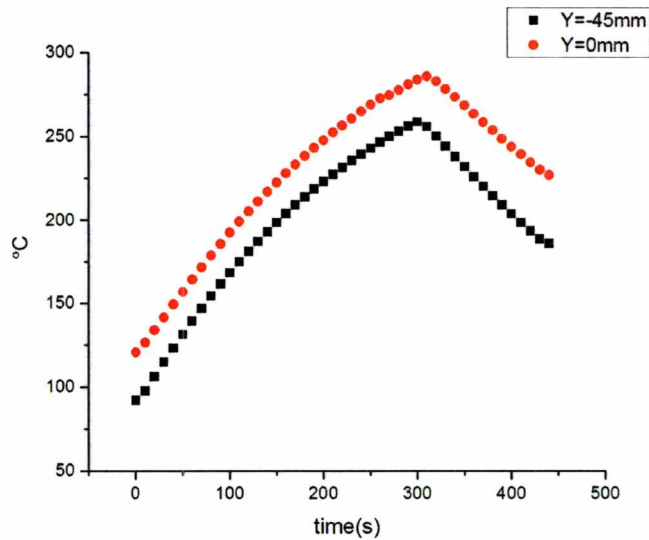
Σχήμα 5.5.3.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = -45\text{mm}$



Σχήμα 5.5.3.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = -45\text{ mm}$ και $Y = 0\text{ mm}$



Σχήμα 5.5.3.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = -45$ mm και $Y = 0$ mm

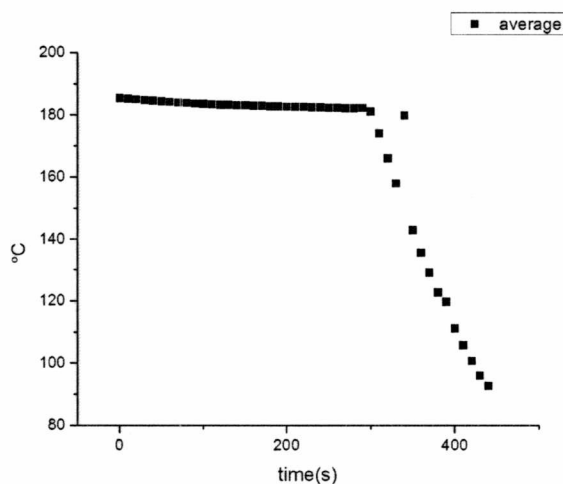


Σχήμα 5.5.3.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = -45$ mm και $Y = 0$ mm

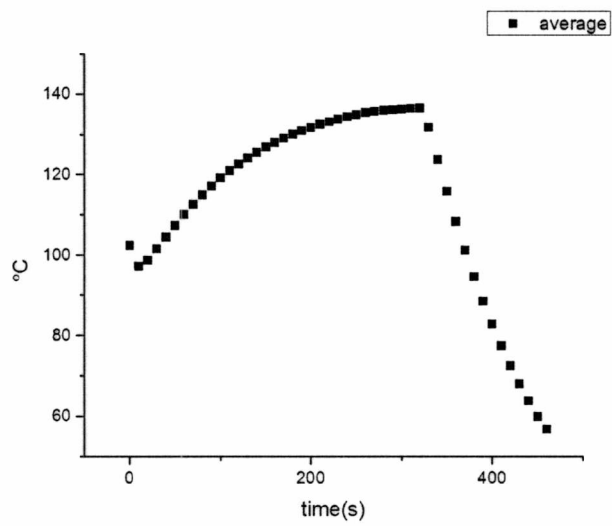
Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι στα 50Hz στην θέση $Y = 0\text{mm}$ η απόλυτη θερμοκρασία να φτάνει στους $190\text{ }^{\circ}\text{C}$ και όσο μειώνεται η ταχύτητα τόσο μεγαλώνει η απόλυτη θερμοκρασία να φτάνει στους $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα 5.5.3.9. Από την άλλη για την θέση $Y = -45\text{mm}$ στα 50 Hz είναι στους $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ και να φτάνει στους $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ στα 7.5 Hz .

5.5.4. Πεδίο Θερμοκρασιών κατά τον άξονα Y της επίπεδης επιφάνειας

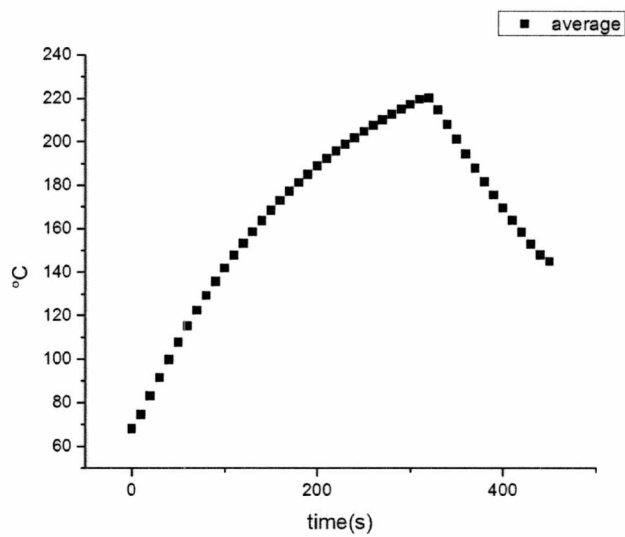
Τα διαγράμματα των μέσων απολύτων θερμοκρασιών για την επίπεδη επιφάνεια και για τις θέσεις $Y = 0\text{mm}$ και $Y = -45\text{mm}$ με το πρόγραμμα της FLIR INFRARED CAMERA φαίνονται παρακάτω:



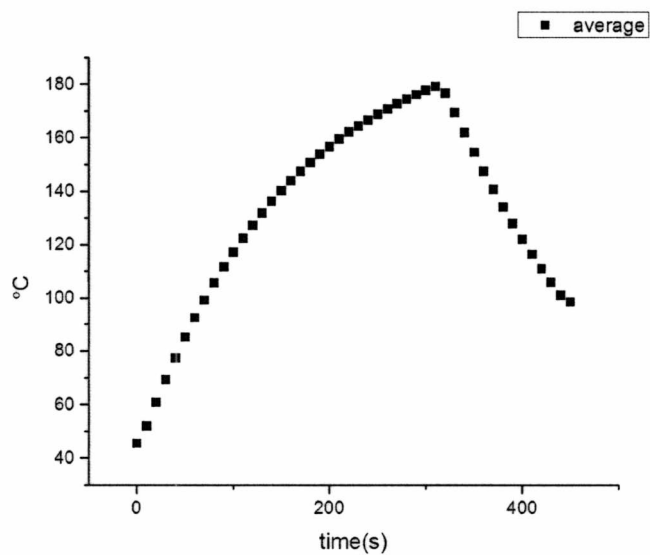
Σχήμα 5.5.4.1: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = 0\text{mm}$



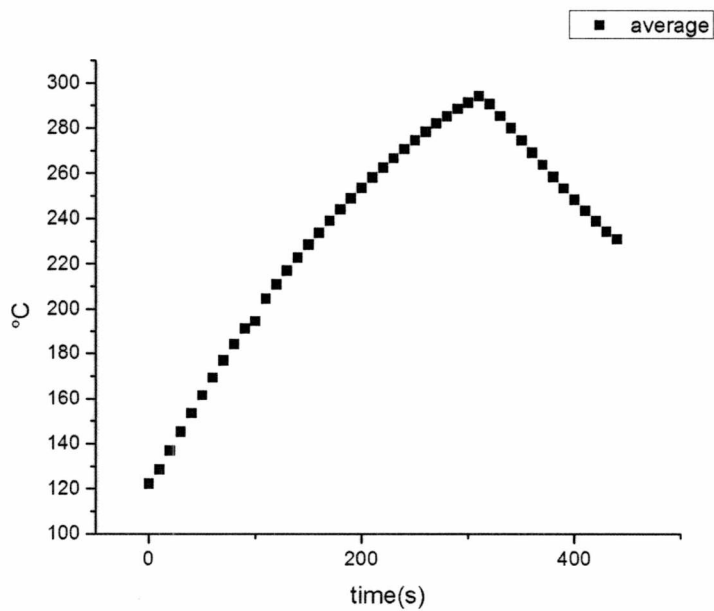
Σχήμα 5.5.4.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = -45\text{mm}$



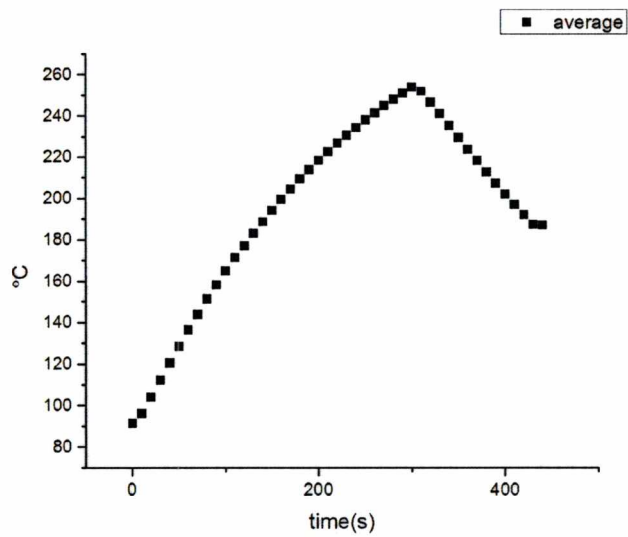
Σχήμα 5.5.4.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = 0\text{mm}$



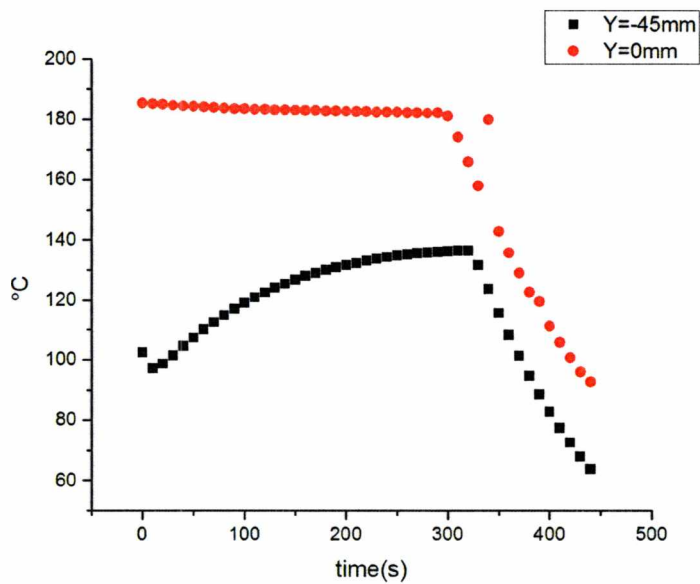
Σχήμα 5.5.4.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = -45\text{mm}$



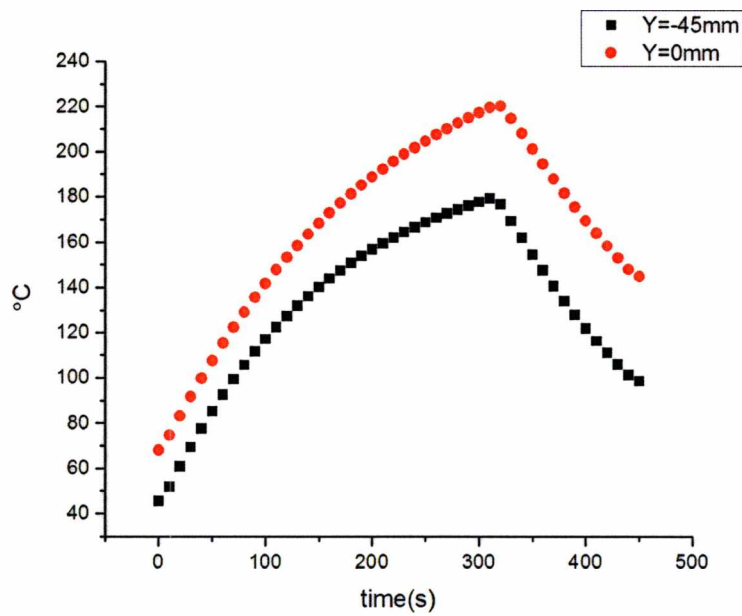
Σχήμα 5.5.4.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = 0\text{mm}$



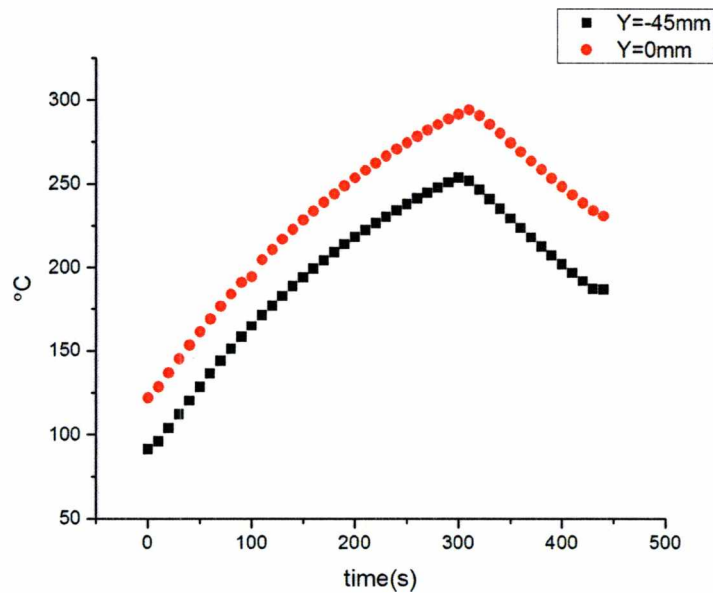
Σχήμα 5.5.4.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = -45\text{mm}$



Σχήμα 5.5.4.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0\text{ mm}$ και $Y = -45\text{ mm}$



Σχήμα 5.5.4.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -45 \text{ mm}$

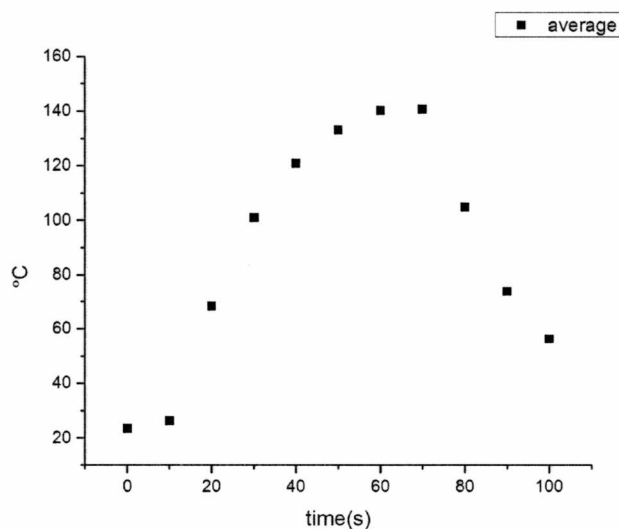


Σχήμα 5.5.4.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -45 \text{ mm}$

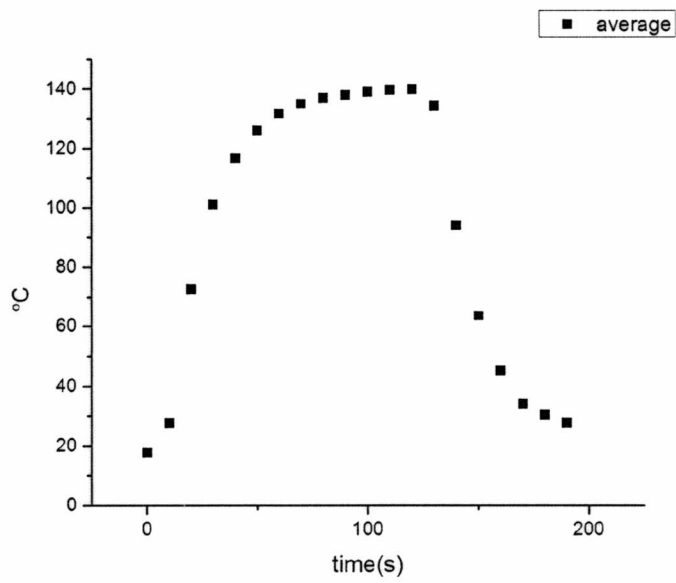
Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι για την θέση $Y = 0 \text{ mm}$ η απόλυτη θερμοκρασία είναι υψηλότερη απ'ότι για την θέση $Y = -45 \text{ mm}$. Επίσης οι τιμές της απόλυτης θερμοκρασίας και για τις δύο θέσεις είναι ίδιες όπως και για τον άξονα Z.

5.5.5.Πεδίο θερμοκρασιών κατά τον άξονα Y για την θερμενόμενη σφαιρική επιφάνεια

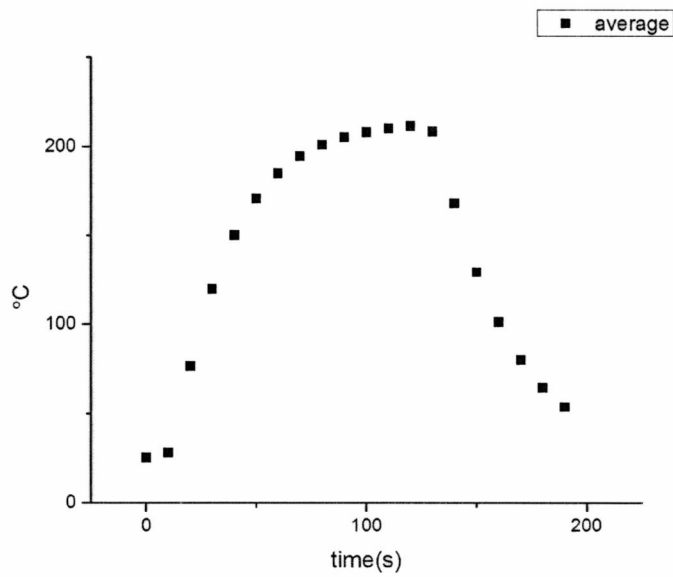
Τα διαγράμματα των μέσων θερμοκρασιών για την σφαιρική επιφάνεια αλλά και με τον ρυθμιστή dimmer για τις θέσεις $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$ με την βοήθεια του προγράμματος της FLIR INFARED CAMERA φαίνονται παρακάτω:



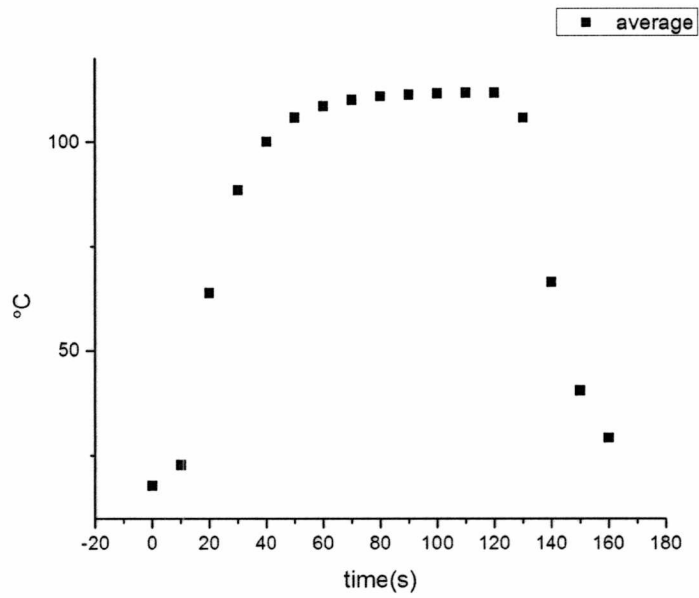
Σχήμα 5.5.5.1: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = 0 \text{ mm}$



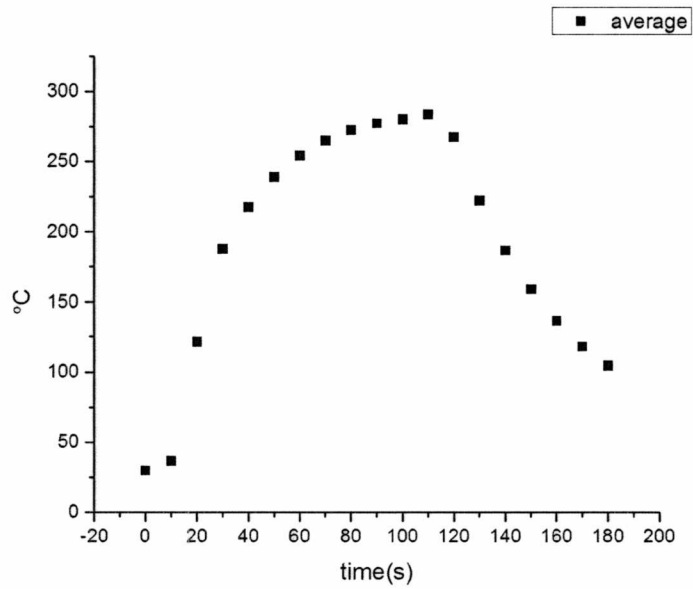
Σχήμα 5.5.5.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = -25\text{mm}$



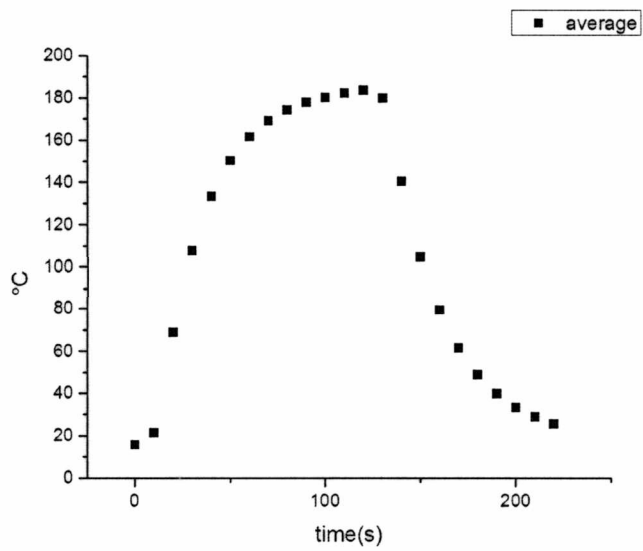
Σχήμα 5.5.5.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = 0\text{mm}$



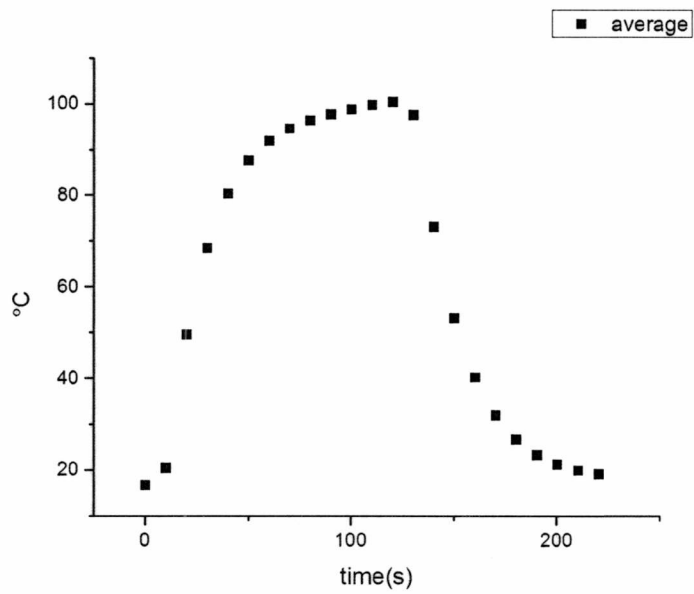
Σχήμα 5.5.5.4:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = -25\text{mm}$



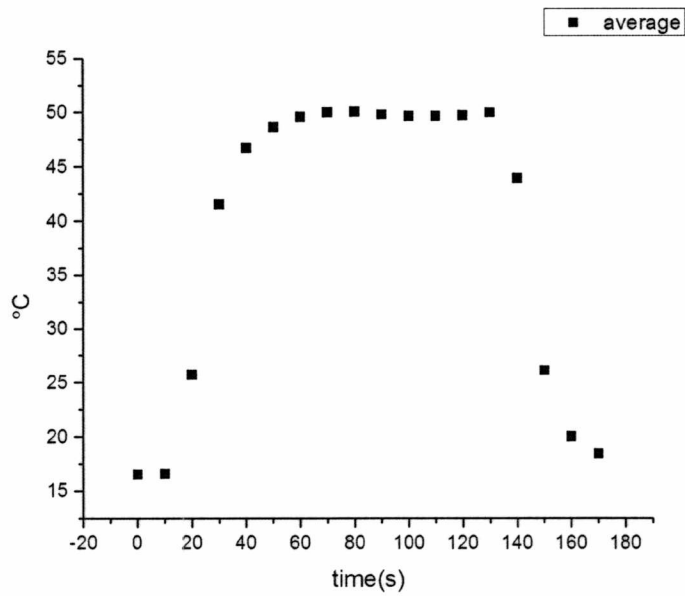
Σχήμα 5.5.5.5:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = 0\text{mm}$



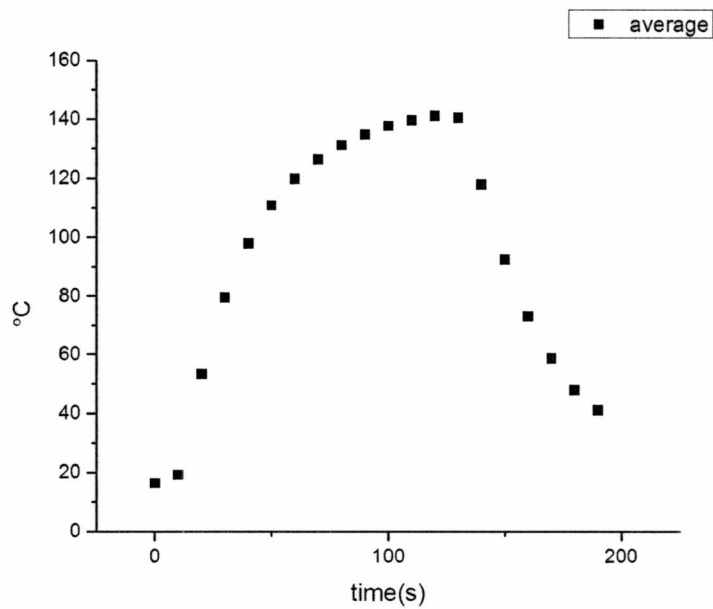
Σχήμα 5.5.5.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = -25\text{mm}$



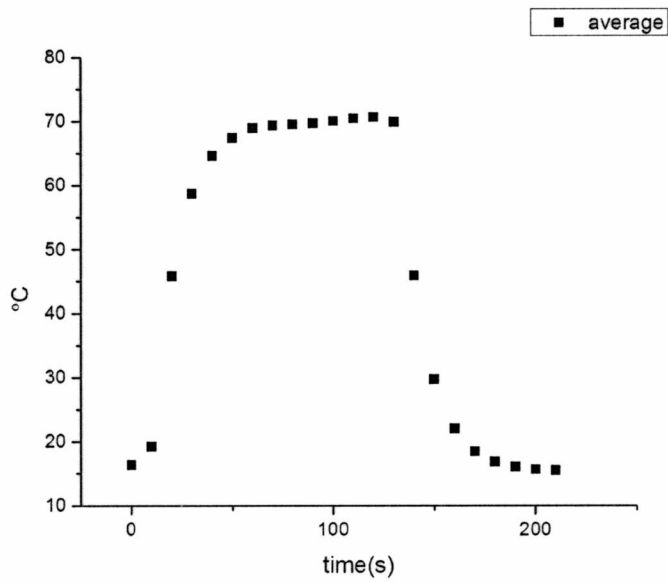
Σχήμα 5.5.5.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0\text{mm}$



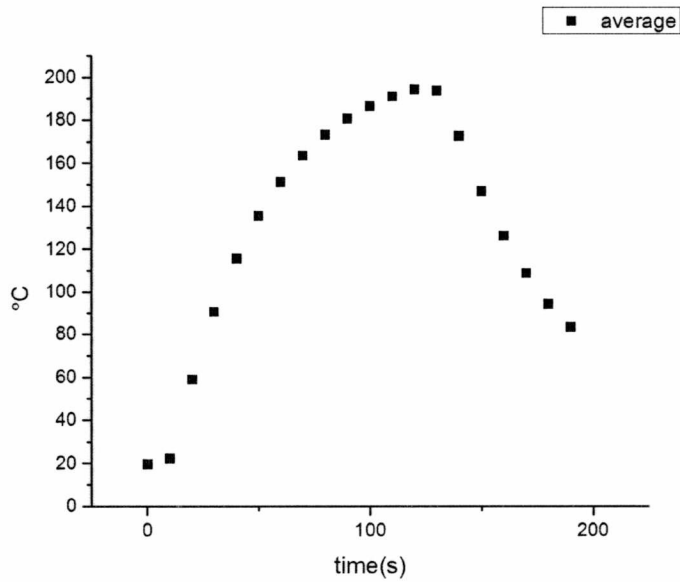
Σχήμα 5.5.5.8: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = -25\text{mm}$



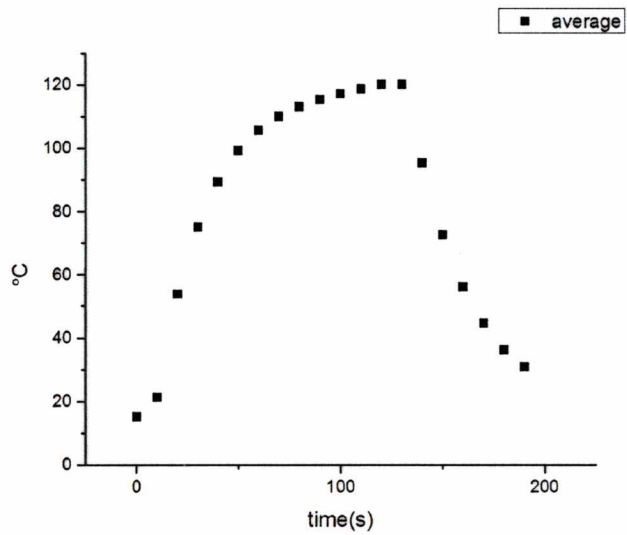
Σχήμα 5.5.5.9: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = 0\text{mm}$



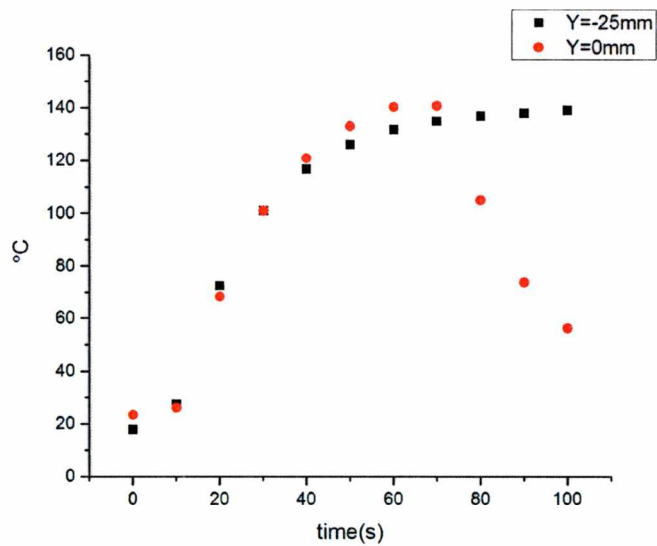
Σχήμα 5.5.5.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = -25\text{mm}$



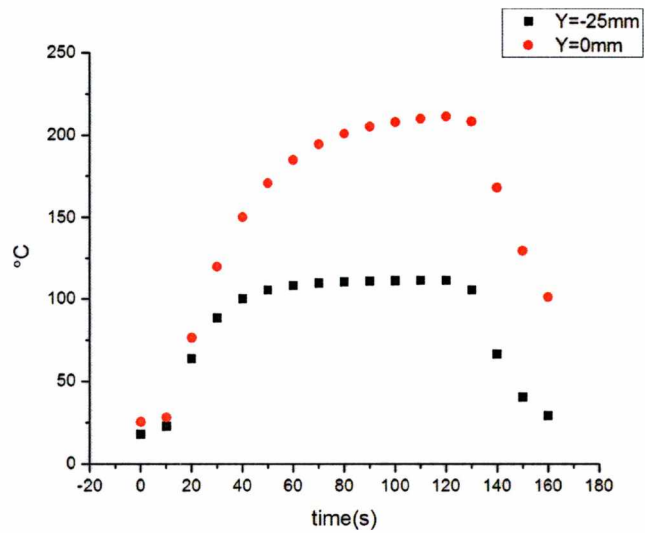
Σχήμα 5.5.5.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = 0\text{mm}$



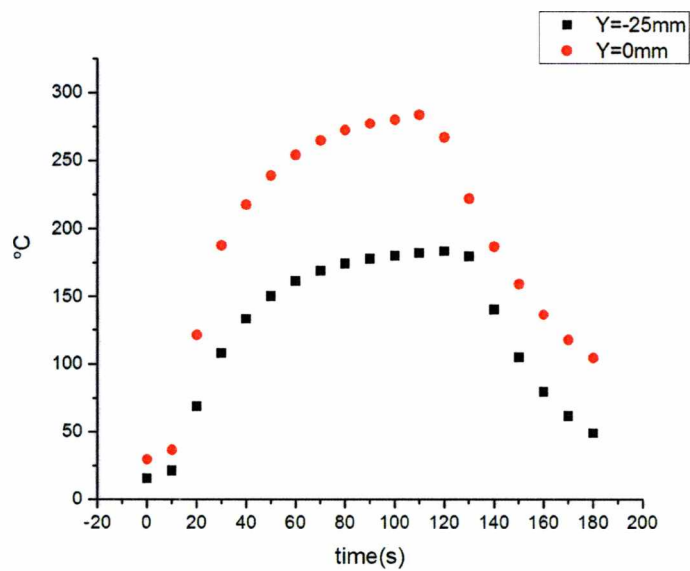
Σχήμα 5.5.5.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = -25\text{mm}$



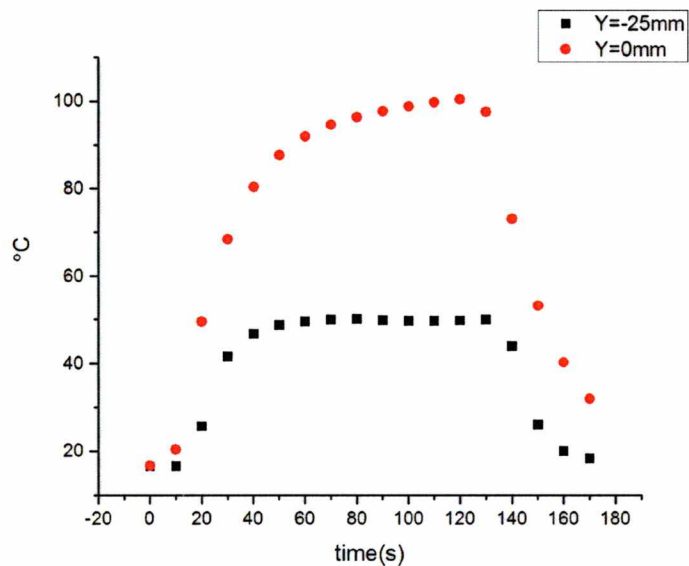
Σχήμα 5.5.5.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0\text{ mm}$ και $Y = -25\text{ mm}$



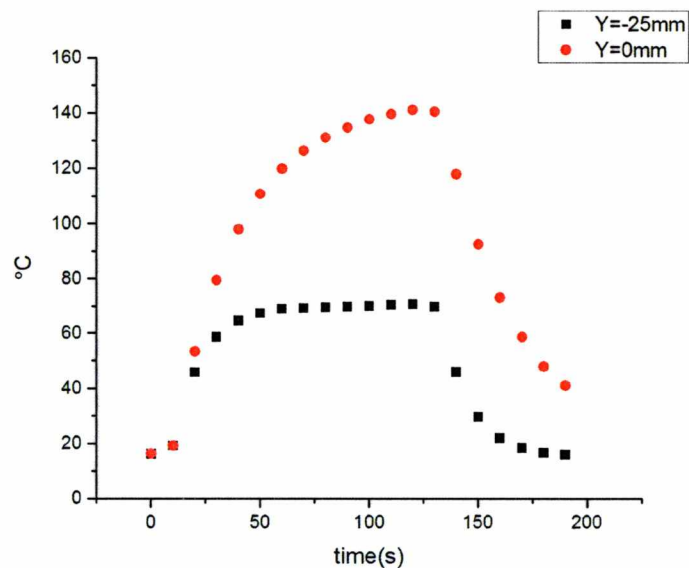
Σχήμα 5.5.5.14: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



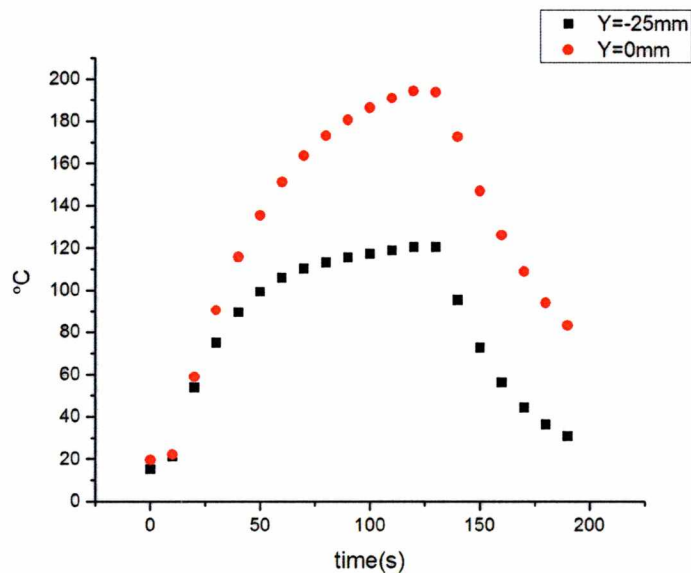
Σχήμα 5.5.5.15: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



Σχήμα 5.5.5.16: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



Σχήμα 5.5.5.17: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



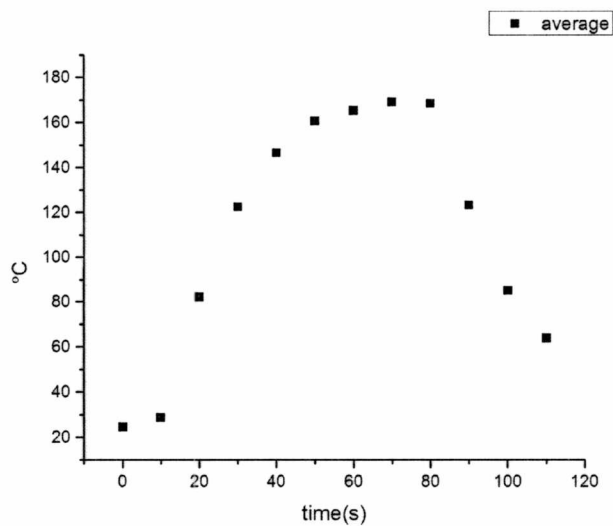
Σχήμα 5.5.5.18: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$

Από τα παραπάνω διαγράμματα παρατηρείται ότι στα 50 Hz για τις θέσεις $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$ η μέγιστη απόλυτη θερμοκρασία είναι σχεδόν ίδια όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα 5.5.5.13 να φτάνει στους $140 \text{ }^\circ\text{C}$ και $138 \text{ }^\circ\text{C}$ αντίστοιχα, ενώ στις χαμηλότερες ταχύτητες μεγαλώνει αρκετά η απόκλιση μεταξύ τους όπως φαίνεται στο σχήμα 5.5.5.15 να είναι στους $300 \text{ }^\circ\text{C}$ για την θέση $Y = 0 \text{ mm}$ και στους $160 \text{ }^\circ\text{C}$ για την θέση $Y = -25 \text{ mm}$.

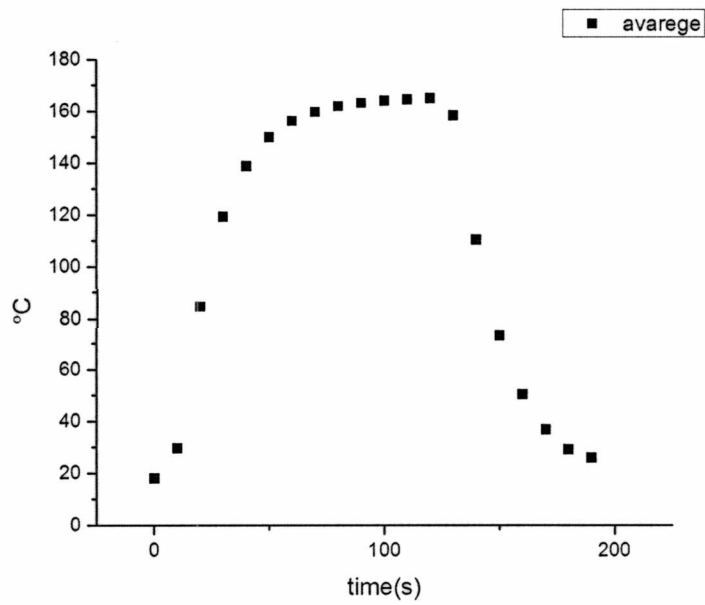
Από την άλλη με τον ρυθμιστή dimmer η απόκλιση μεταξύ τους παρατηρείται από τα 50 Hz και η μέγιστη απόλυτη θερμοκρασία στα 50 Hz είναι στους $100 \text{ }^\circ\text{C}$ για την θέση $Y = 0 \text{ mm}$ και $50 \text{ }^\circ\text{C}$ για $Y = -25 \text{ mm}$ (βλέπε σχήμα 5.5.5.16) ενώ στα 7.5 Hz έχει αυξηθεί αρκετά όπου είναι στους $200 \text{ }^\circ\text{C}$ και $120 \text{ }^\circ\text{C}$ αντίστοιχα.

5.5.6.Πεδίο θερμοκρασιών κατά τον άξονα Z για την θερμομόμενη σφαιρική επιφάνεια

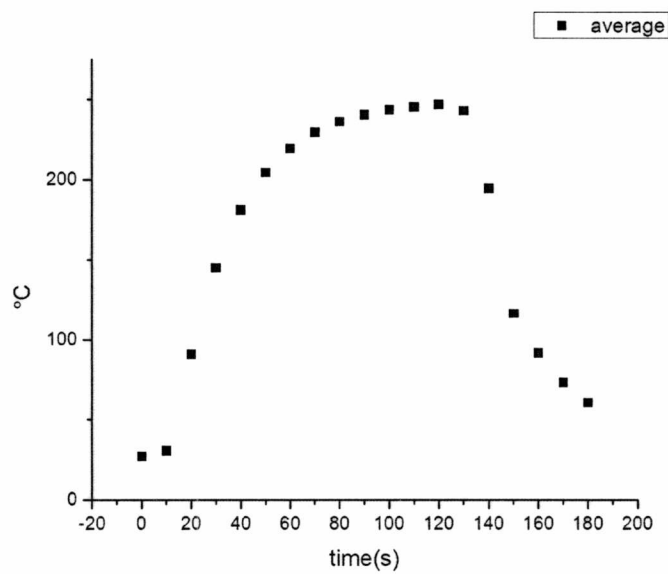
Τα διαγράμματα των μέσων απολύτων θερμοκρασιών για την σφαιρική επιφάνεια αλλά και με τον ρυθμιστήdimmer στις θέσεις $Y = 0\text{mm}$ και $Y = -25\text{mm}$ με το πρόγραμμα της FLIR INFARED CAMERA φαίνονται παρακάτω:



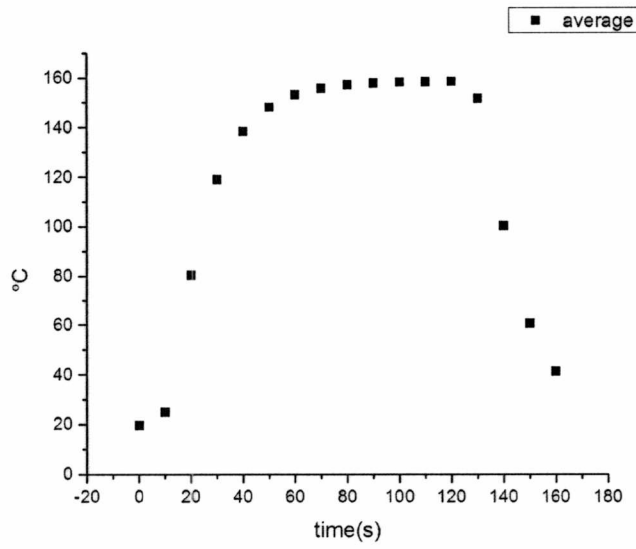
Σχήμα 5.5.6.1:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = 0\text{mm}$



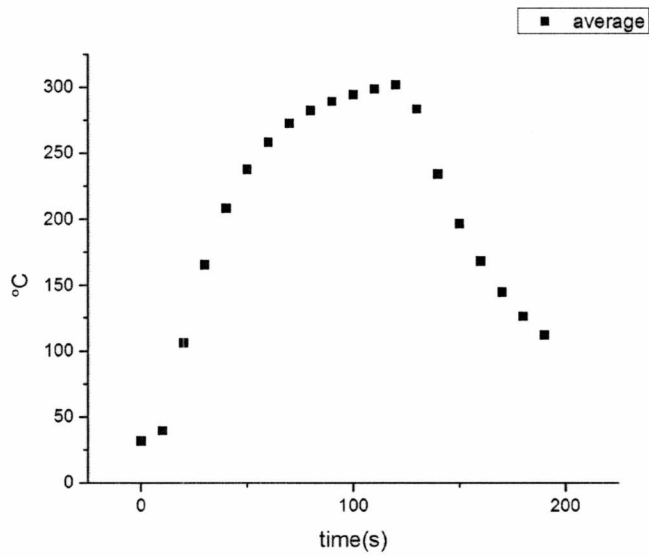
Σχήμα 5.5.6.2: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz για $Y = -25\text{mm}$



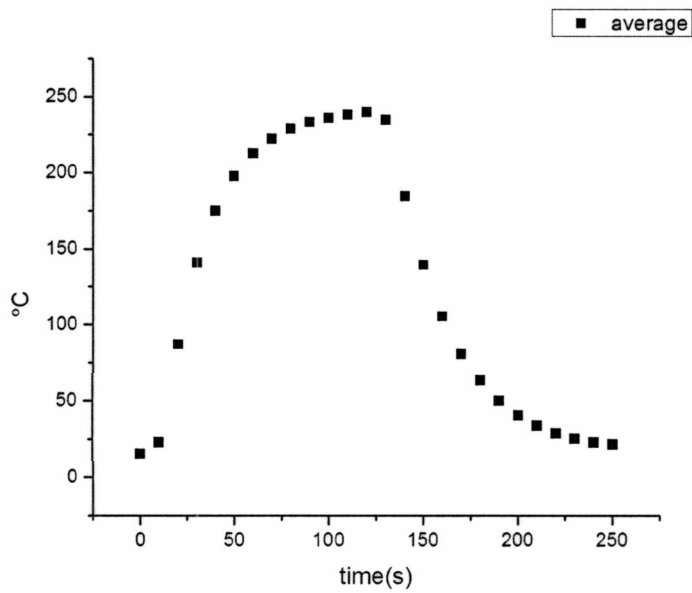
Σχήμα 5.5.6.3: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = 0\text{mm}$



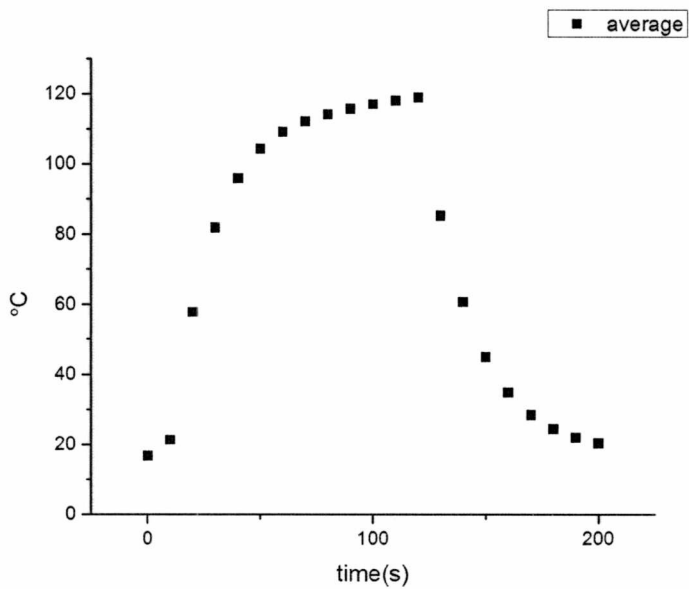
Σχήμα 5.5.6.4: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz για $Y = -25\text{mm}$



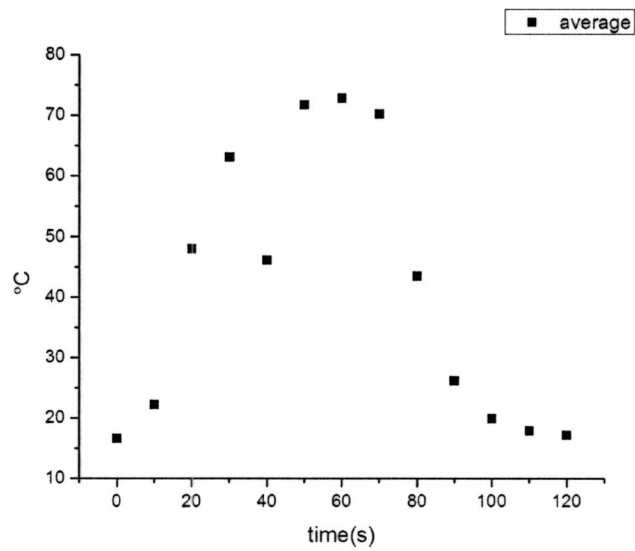
Σχήμα 5.5.6.5: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = 0\text{mm}$



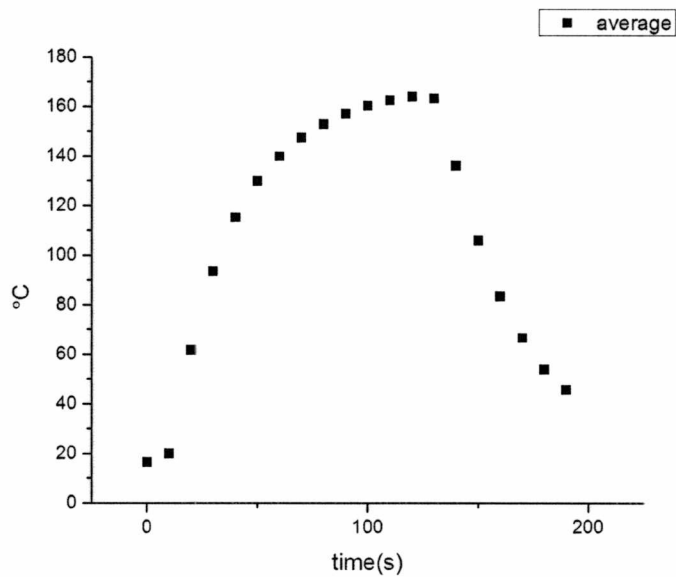
Σχήμα 5.5.6.6: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz για $Y = -25\text{mm}$



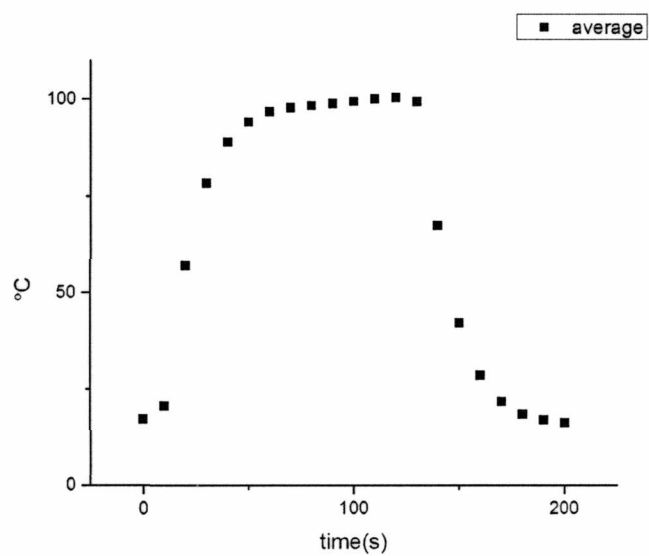
Σχήμα 5.5.6.7: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = 0\text{mm}$



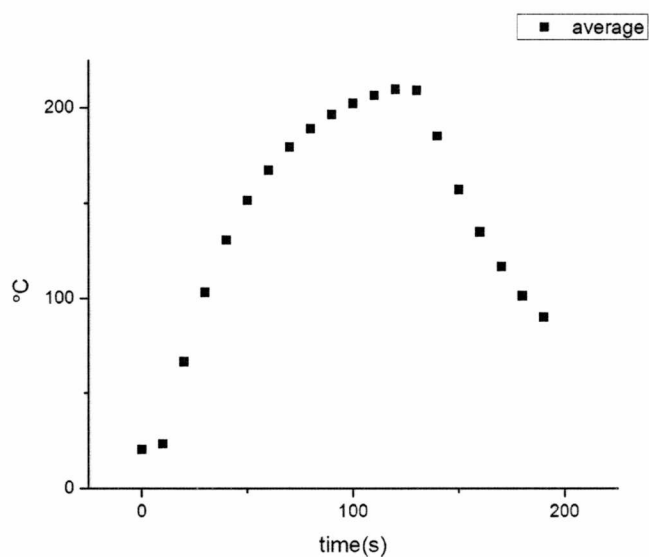
Σχήμα 5.5.6.8:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50Hz με τον υθμιστήdimmer για $Y = -25\text{mm}$



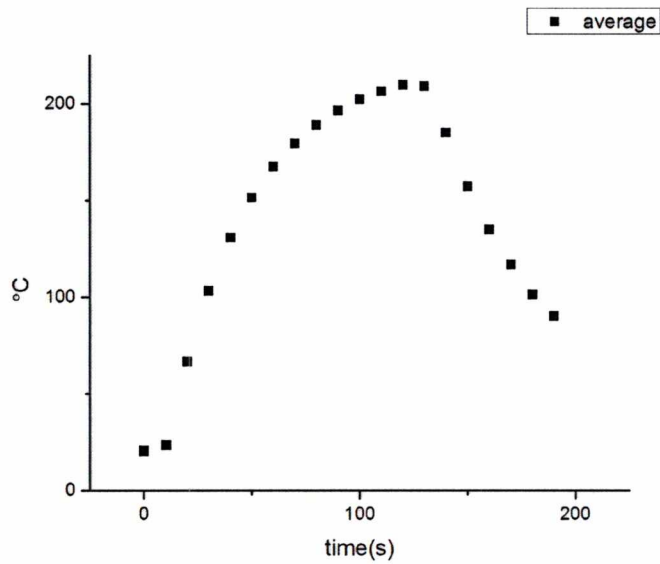
Σχήμα 5.5.6.9:Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με τονρυθμιστήdimmer για $Y = 0\text{mm}$



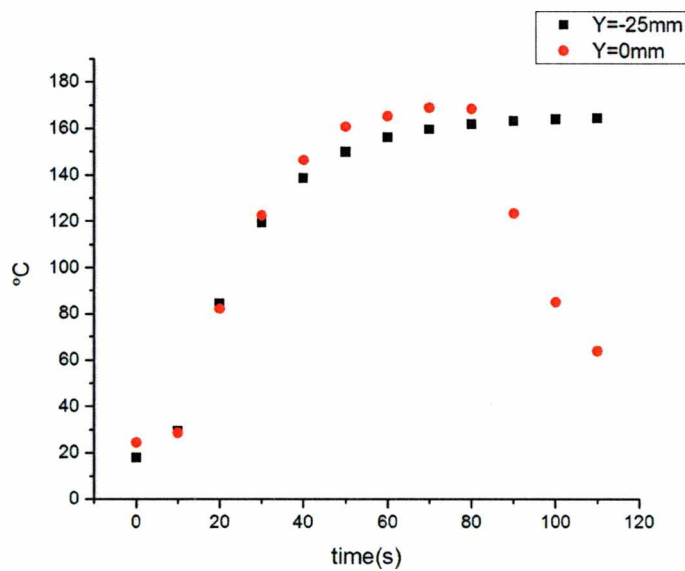
Σχήμα 5.5.6.10: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = -25\text{mm}$



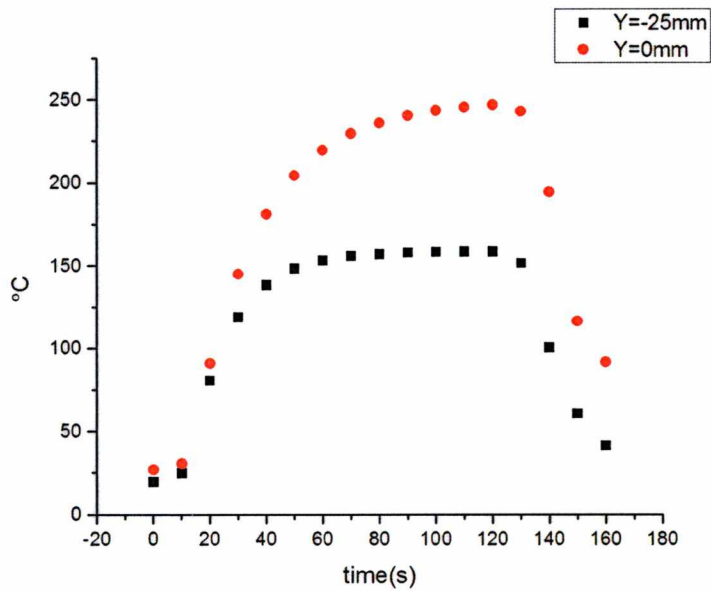
Σχήμα 5.5.6.11: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = 0\text{mm}$



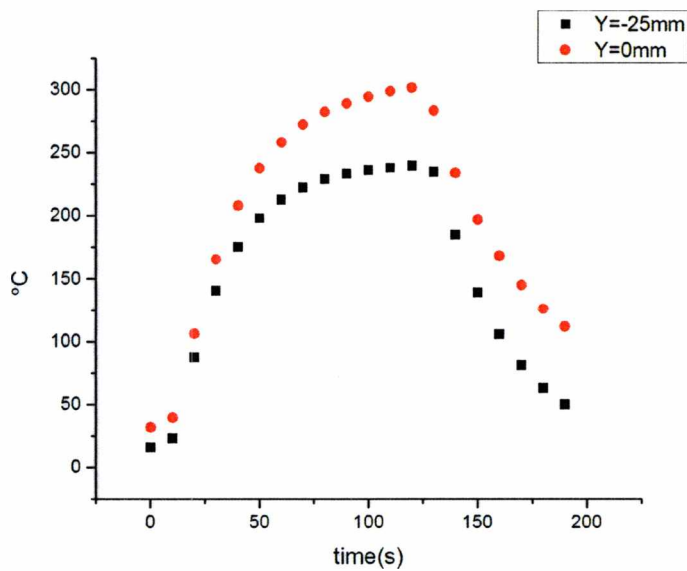
Σχήμα 5.5.6.12: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5Hz με τον ρυθμιστήdimmer για $Y = -25\text{mm}$



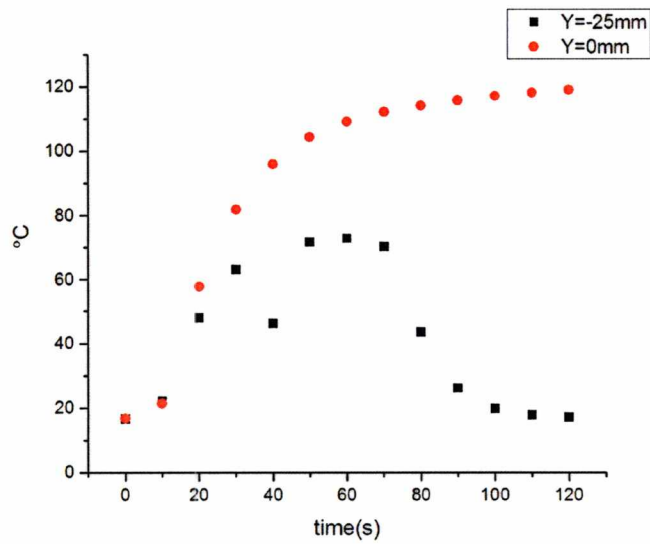
Σχήμα 5.5.6.13: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz για $Y = 0\text{ mm}$ και $Y = -25\text{ mm}$



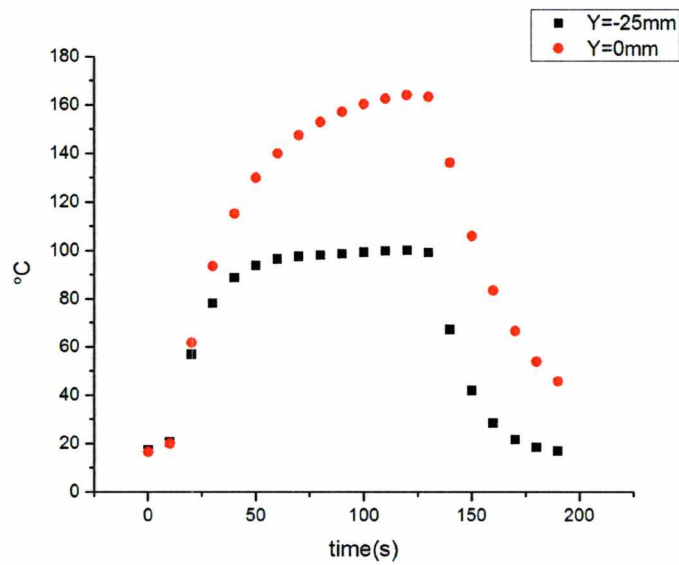
Σχήμα 5.5.6.14: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



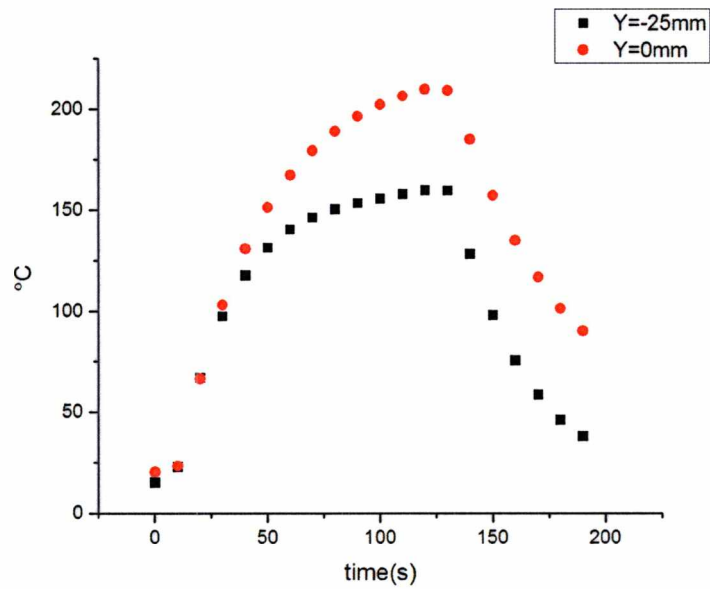
Σχήμα 5.5.6.15: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$



Σχήμα 5.5.6.16: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 50 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm



Σχήμα 5.5.6.17: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 25 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0$ mm και $Y = -25$ mm

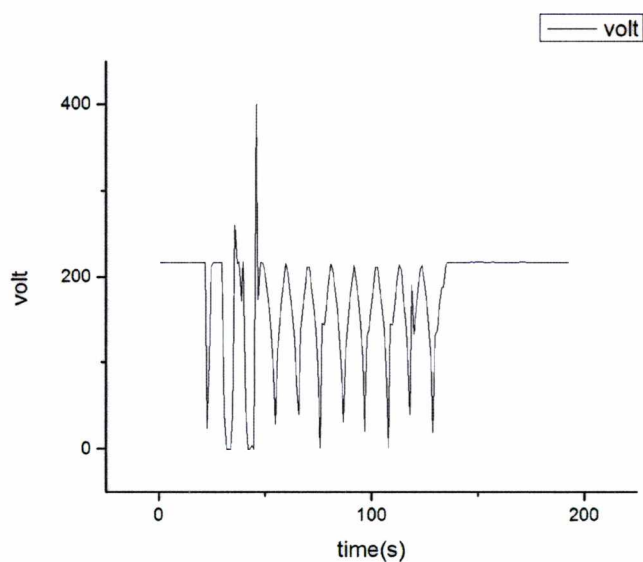


Σχήμα 5.5.6.18: Οι τιμές των μέσων απολύτων θερμοκρασιών στα 7.5 Hz με τον ρυθμιστή dimmer για $Y = 0 \text{ mm}$ και $Y = -25 \text{ mm}$

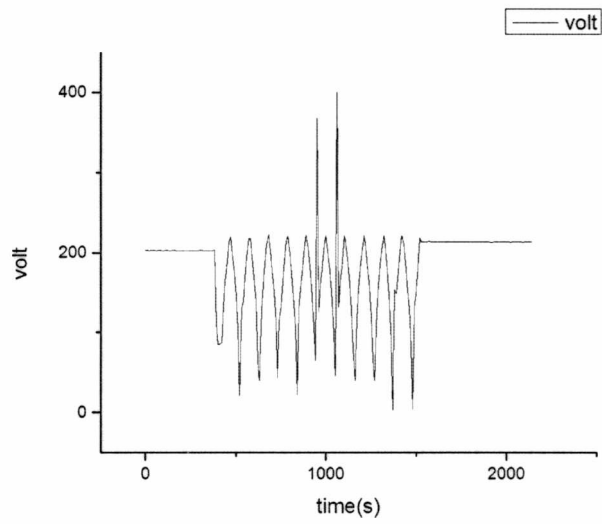
Υ. Από τα παραπάνω σχήματα παρατηρείται ότι συμβαίνει ότι και στον άξονα

5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ VOLT ΜΕ ΤΗΝ ΒΟΗΘΕΙΑ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟΥ PROTEK

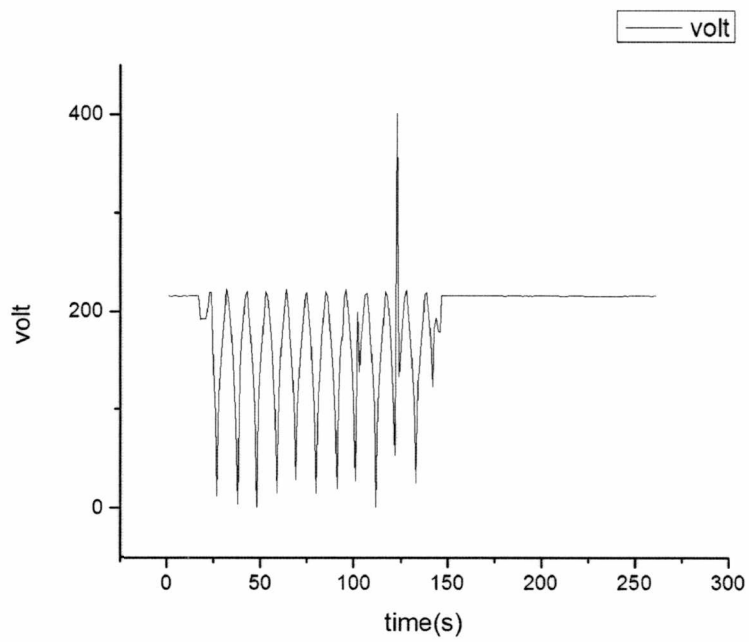
Στα παρακάτω διαγράμματα περιγράφουν τα volt που είναι στον άξονα του Y με τον χρόνο που στον άξονα είναι το x σε διαφορετικές συχνότητες για την σφαιρική επιφάνεια.



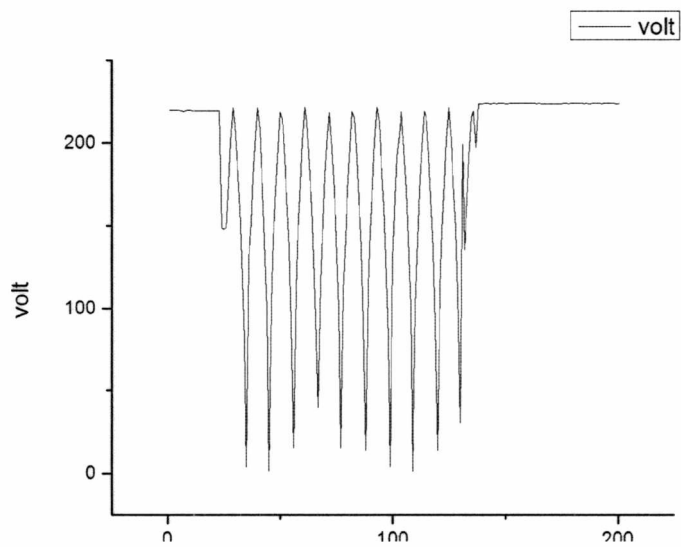
Σχήμα 6.1: Οι τιμές των volt στα 50Hz για $Y = -25\text{mm}$



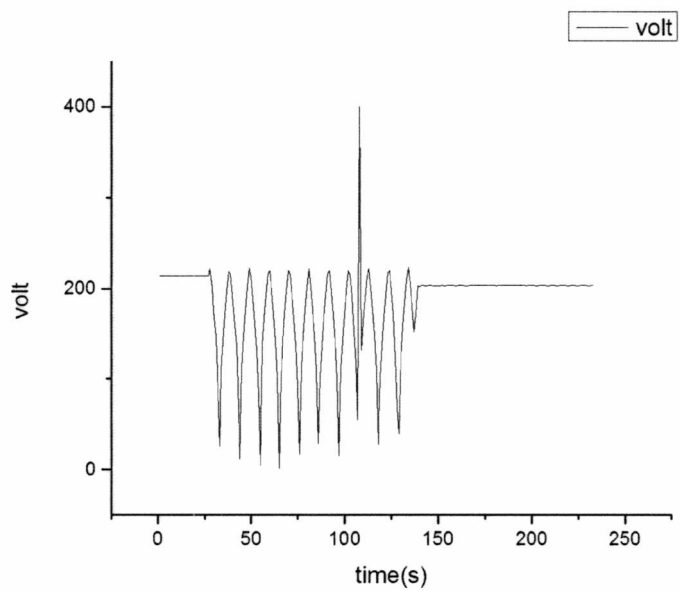
Σχήμα 6.2: Οι τιμές των volt στα 25Hz για $Y = 0\text{mm}$



Σχήμα 6.3: Οι τιμές των volt στα 25Hz για $Y = -25\text{mm}$



Σχήμα 6.4: Οι τιμές των volt στα 7.5Hz για $Y = 0\text{mm}$



Σχήμα 6.5: Οι τιμές των volt στα 7.5Hz για $Y = -25\text{mm}$

7.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1)Αρχικά,από τα διαγράμματα που παρατηρήθηκαν παραπάνω φαίνεται ότι το πεδίο ταχύτητων για τις σφαιρικές επιφάνειες και για την επίπεδη επιφάνεια δεν επηρεάζονται από την μέγεθος της κοιλότητας είτε είναι θερμενόμενη είτε όχι.Μία μικρή διαφορά παρατηρείται κατά την μέτρηση σε διάφορα σημεία το πεδίο ταχυτήτων του σωλήνα όπου ο θερμός αέρας αυξανόταν στο επάνω μέρος του σωλήνα απ' ότι στο κάτω μέρος.

2)Οι τιμές των ταχύτητων δεν υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση με το πλάτος της κοιλότητας.Οι μεγαλύτερες ταχύτητες παρατηρήθηκαν στην σφαιρική επιφάνεια 100W στην μεσαία κοιλότητα.

3)Επίσης στο πεδίο θερμοκρασιών παρατηρείται μία μικρή διαφορά μεταξύ των μη θερμενόμενων σφαιρικών επιφανειών και θερμενόμενων και για την επίπεδη επιφάνεια.Μάλιστα φαίνεται,όσον αφορά την επίδραση της μετάδοσης θερμότητας αναλόγως με το πλάτος της κοιλότητας,οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται για την πολύ μικρή κοιλότητα.

3)Ακόμη φαίνεται όταν μίκρυνε η ταχύτητα του φουσητήρα,η διαφορά άρχισε και μεγάλωνε όπως κατά την μέτρηση της θερμοκρασίας πάνω και κάτω από τον άξονα συμμετρίας του σωλήνα, όταν η απόσταση αυξανόταν προς τα πάνω από τον άξονα συμμετρίας τόσο μεγάλωνε και η θερμοκρασία εξόδου.

4)Υπολογισμός της μέσης θερμοκρασίας με την βοήθεια του προγράμματος της FLIR INFARED CAMERA παρατηρείται ότι στην θέση $Y=0\text{mm}$ είναι μεγαλύτερες απ' ότι $Y = -D/2$ mm ακόμη και με το ρυθμιτή dimmer.

5)Τέλος παρατηρείται ότι κατά τον άξονα του Z όπου είναι κάθετα στην ροή του αέρα οι τιμές των μέσων θερμοκρασιών είναι λίγο μεγαλύτερες κατά τον άξονα του Y.

8.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1. Jim M.B. Brown, Alan E. Vardy & Arris S. Tijsseling, Response of wall heat transfer to flows along a cylindrical cavity and to seepage flows in the surrounding medium**
- 2. HO NAM CHANG, HWA WON RYU, DEUG HO PARK and YONG SEOK PARK (1987), Effect of external laminar channel flow on mass transfer in a cavity**
- 3. Hiroshi Ogawa¹, Minoru Igarashi, Nobuyuki Kimura, Hideki Kamide O-arailbaraki, Japan, EXPERIMENTAL STUDY ON FLUID MIXING PHENOMENA IN T-PIPE JUNCTION WITH UPSTREAM ELBOW**
- 4. J. Basley, L. R. Pastur, F. Lusseyran, T. M. Faure, N. Delprat, Experimental investigation of global structures in an incompressible cavity flow using time-resolved PIV**
- 5. J. L. DUDA, J. S. VRENTAS, Heat transfer in a cylindrical cavity**



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000121685