

**ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΨΚΑΠΕ
ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΨΥΞΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ & ΑΠΕ**



Fan Coil Κατακόρυφης Εμφανούς Τοποθέτησης (INTERKLIMA, 2012)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΨΥΞΗΣ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ M703

**Εργαστηριακή Άσκηση
Αποσυναρμολόγηση Fan Coil Unit
(Μονάδα Ανεμιστήρα – Στοιχείου)**



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Αντικείμενο της άσκησης	.....	Σελ. 3
2. Σκοπός της άσκησης	.....	Σελ. 4
3. Γενικές πληροφορίες	.....	Σελ. 5
3.1. Κέλυφος	.....	Σελ. 9
3.2. Στοιχεία	.....	Σελ. 10
3.3. Ανεμιστήρας – Ηλεκτροκινητήρας	.....	Σελ. 11
3.4. Λεκάνη Συμπυκνωμάτων	.....	Σελ. 12
3.5. Φίλτρο	.....	Σελ. 13
3.6. Χειριστήριο	.....	Σελ. 14
3.7. Εγκατάσταση	.....	Σελ. 15
4. Εξοπλισμός	.....	Σελ. 16
5. Πορεία εργασίας	.....	Σελ. 17
6. Περιεχόμενο Παραδοτέου	.....	Σελ. 26
7. Βιβλιογραφία	.....	Σελ. 27

1. Αντικείμενο της εργαστηριακής άσκησης

Αντικείμενο της παρούσας εργαστηριακής άσκησης είναι η αποσυναρμολόγηση ενός FCU (Fan – Coil Unit / τοπική κλιματιστική μονάδα ανεμιστήρα – στοιχείου) το οποίο είναι εμφανές και μπορεί να τοποθετηθεί είτε σε τοίχο είτε σε δάπεδο.

Με την αποκάλυψη (αφαίρεση κελύφους) του FCU, θα γίνουν εμφανή στους σπουδαστές τα επιμέρους εξαρτήματα της μονάδας όπως τα στοιχεία, ο ανεμιστήρας, οι αναμονές υδραυλικής σύνδεσης, οι ηλεκτρολογικές συνδέσεις και οι ακροδέκτες, το φίλτρο, η λεκάνη συμπυκνωμάτων κλπ.. Αφού εξηγηθεί επακριβώς ο ρόλος του κάθε εξαρτήματος, οι σπουδαστές θα είναι σε θέση να γνωρίζουν την λειτουργία και την ορθή χρήση των FCU και να τα χρησιμοποιούν κατάλληλα ανάλογα με την εκάστοτε εφαρμογή.

Μετά το πέρας της παρούσας εργαστηριακής άσκησης οι σπουδαστές θα γνωρίζουν πως πραγματοποιείται η ορθή εγκατάσταση μιας συσκευής FCU. Επιπλέον, οι σπουδαστές θα πρέπει να έχουν την δυνατότητα να κάνουν σωστή διαστασιολόγηση ενός FCU καθώς επίσης και σωστή χωροθέτηση του FCU ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του υπό μελέτη κλιματιζόμενου χώρου.

2. Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης

Σκοπός της παρούσας εργαστηριακής άσκησης είναι με την ολοκλήρωσή της, οι σπουδαστές να είναι σε θέση να:

Αφαιρούν το κέλυφος ενός FCU εμφανούς τοποθέτησης.

Αναγνωρίζουν τα επιμέρους τμήματα ενός FCU.

Αναγνωρίζουν τις υδραυλικές αναμονές.

Πραγματοποιούν τις υδραυλικές συνδέσεις.

Αναγνωρίζουν τους ηλεκτρικούς ακροδέκτες.

Πραγματοποιούν τις ηλεκτρολογικές συνδέσεις.

Επιπλέον, οι σπουδαστές θα έχουν αποκτήσει και τις ακόλουθες δεξιότητες:

Εξοικείωση με τα τεχνικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των FCU.

Δυνατότητα αναγνώρισης των τύπων FCU του εμπορίου.

Ευχέρεια επιλογής του κατάλληλου τύπου FCU για τον εκάστοτε χώρο που καλούνται να κλιματίσουν καθώς και της επιλογής του σημείου τοποθέτησης στον υπό μελέτη κλιματιζόμενο χώρο.

Γνώση του ορθού τρόπου σύνδεσης των αναμονών του FCU με το υδραυλικό κύκλωμα της εγκατάστασης αναλόγως αν το υδραυλικό κύκλωμα της εγκατάστασης είναι δισωλήνιο, τρισωλήνιο ή τετρασωλήνιο.

3. Γενικές πληροφορίες

Το FCU του εργαστηρίου είναι ο τύπος FC-03 της εταιρίας INTERKLIMA.

Διαθέτει τρία στοιχεία και έναν ανεμιστήρα επαπτομενικής ροής, είναι εμφανές (δηλαδή δεν κρύβεται σε ψευδοροφές ή μέσα σε αρχιτεκτονικές εσοχές κλπ) και έχει δυνατότητα κατακόρυφης τοποθέτησης είτε στον τοίχο είτε στο δάπεδο με κατάλληλη στήριξη.

Η συσκευή είναι μονοφασική και συνδέεται σε ηλεκτρικό δίκτυο 220Volt / 50 Hz.

Φέρει δύο αναμονές σύνδεσης $\Phi \frac{1}{2}''$ για σύνδεση στο κύκλωμα νερού ή φρέον.

Τα κυριότερα επιμέρους τμήματα του FCU του εργαστηρίου είναι τα εξής:

κέλυφος

στοιχεία (εναλλάκτης θερμότητας σπείρας σωλήνα – πτερυγίων)

συγκρότημα ανεμιστήρα – ηλεκτροκινητήρα τριών ταχυτήτων

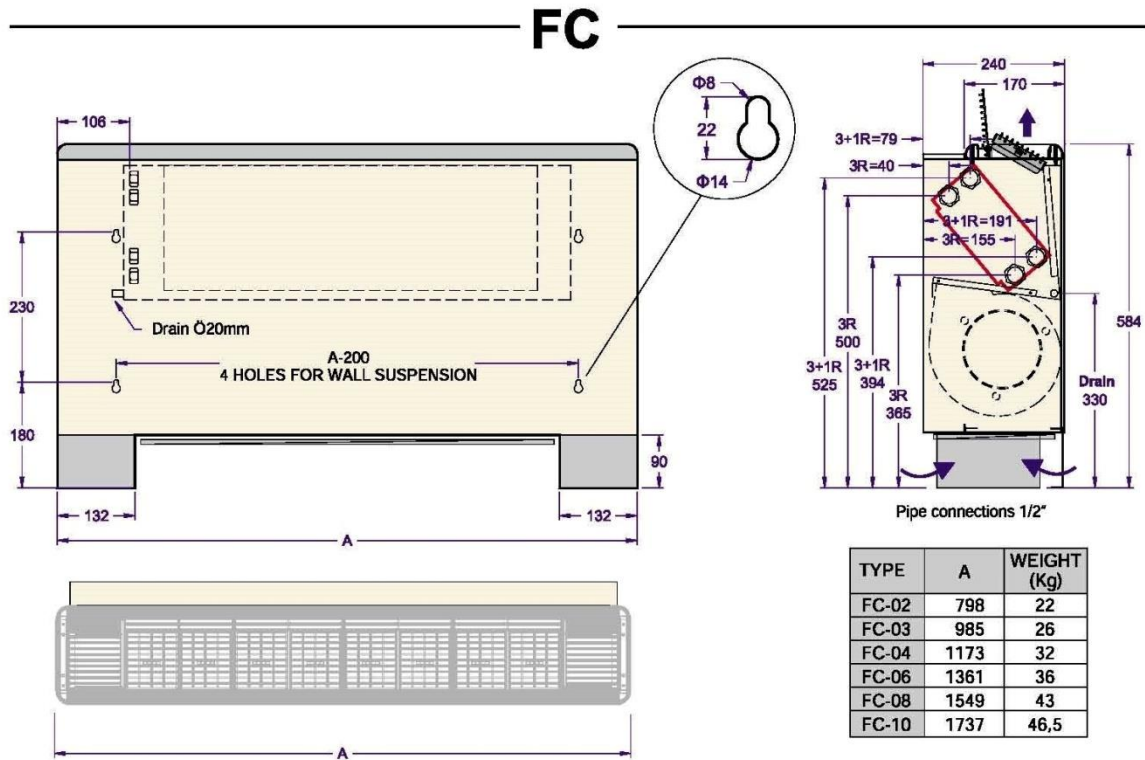
λεκάνη συμπυκνωμάτων

φίλτρο αέρα

χειριστήριο λειτουργίας (με ηλεκτρομηχανικό θερμοστάτη και επιλογή ταχυτήτων)

Οι Διαστάσεις, οι Αποδόσεις (τόσο σε λειτουργία θέρμανσης όσο και σε λειτουργία ψύξης με εργαζόμενο μέσο νερό) καθώς και τα λοιπά Τεχνικά Χαρακτηριστικά του FCU του εργαστηρίου παρουσιάζονται ακολούθως:

Dimensions FC



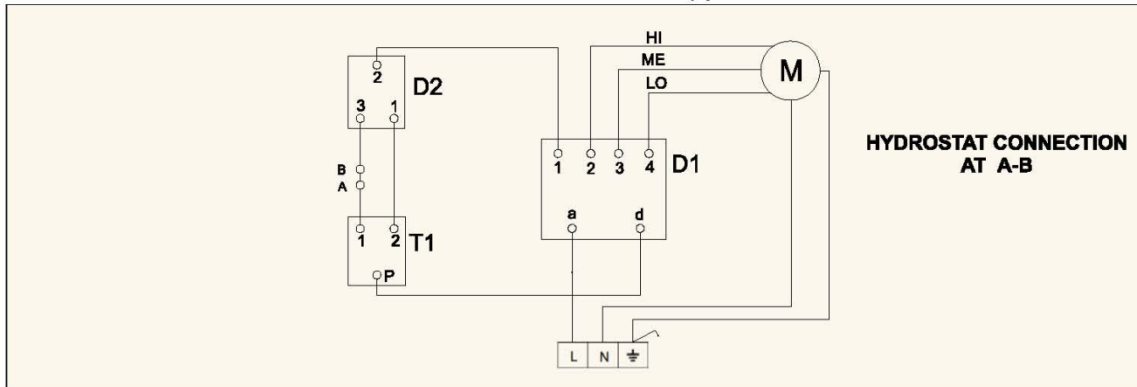
Διαστάσεις Επιδαπέδιου / Επίτοιχου Fan Coil τύπου FC της Interklima (INTERKLIMA, 2012)



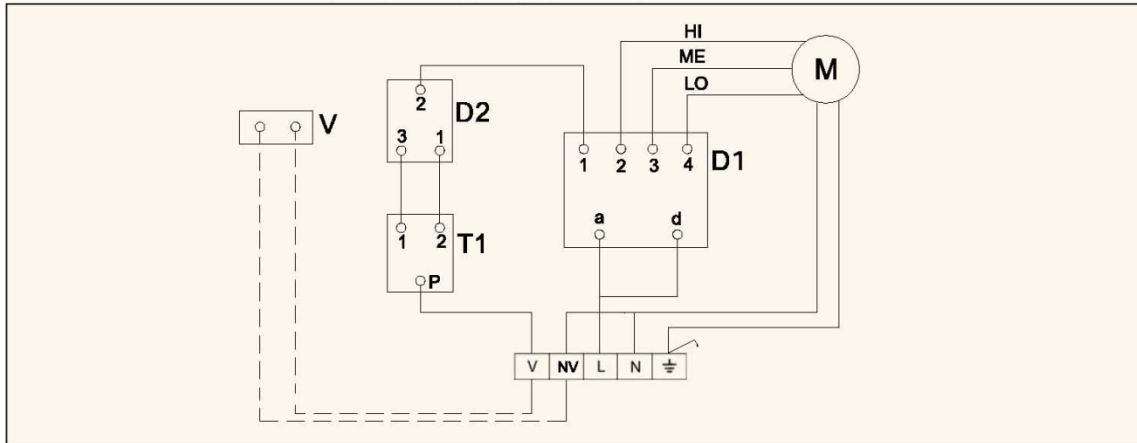
Επιδαπέδιο / Επίτοιχο Fan Coil Κατακόρυφης Εμφανούς Τοποθέτησης τύπου FC της Interklima (INTERKLIMA, 2012)

Wiring Diagrams

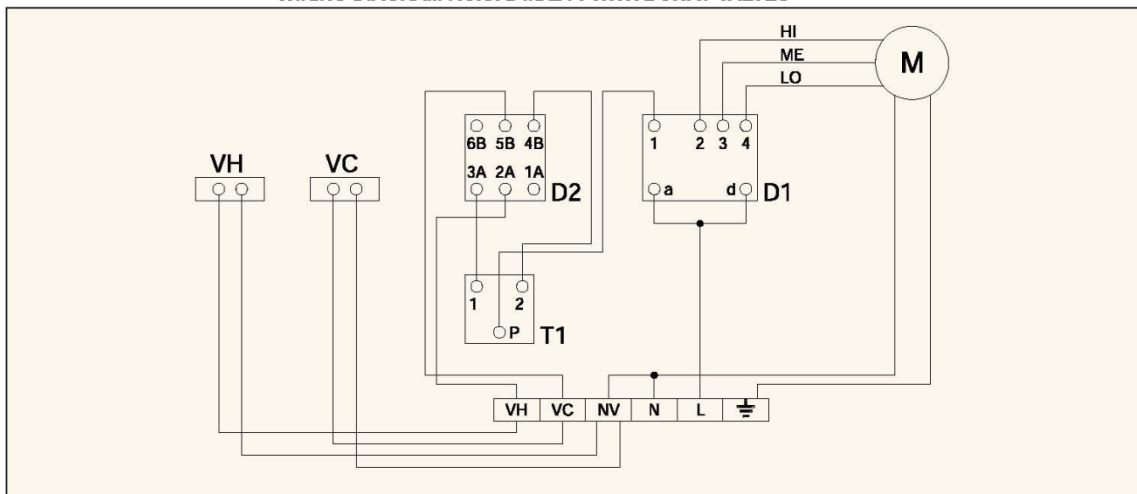
WIRING DIAGRAM F.C.U. D1/D2/T1(Υ)



WIRING DIAGRAM F.C.U. D1/D2/T1 WITH 3WAY VALVE



WIRING DIAGRAM F.C.U. D1/D2/T1 WITH 2 3WAY VALVES



D1: 3-Speed switch
 D2: Summer-Winter switch
 T1: Thermostat
 M: Fan motor
 V: 3way valve

NV: Neutral for 3way valve
 L: Phase
 N: Neutral
 VH: 3way valve for heating
 VC: 3way valve for cooling

HI: High speed
 ME: Medium speed
 LO: Low speed
 Earth symbol: Earth

Technical characteristics table								
Size		02	03	04	06	08	10	
Nominal air flow m ³ /h	High speed	378	536	772	1.074	1.317	1.650	
	Medium speed	311	424	663	916	1.086	1.330	
	Low speed	252	347	560	772	902	1.080	
Cooling capacities w	2R	Sensible	1.341	1.976	2.810	3.592	4.374	5.489
		Total	1.725	2.641	3.804	4.624	5.700	7.237
		Water flow l/h	296	454	654	795	977	1.244
		Water Δp kpa	8	21	46	10	16	28
	3R	Sensible	1.640	2.433	3.492	4.482	5.499	6.892
		Total	2.190	3.365	4.879	5.985	7.420	9.382
		Water flow l/h	376	577	838	1.028	1.273	1.610
		Water Δp kpa	6	15	35	8	13	21
	4R	Sensible	1.821	2.696	3.891	5.049	6.292	7.858
		Total	2.499	3.817	5.557	6.932	8.756	10.992
		Water flow l/h	429	655	954	1.189	1.504	1.887
		Water Δp kpa	4	11	26	6	10	17
Heating capacities w	1R	Capacity	2.438	3.549	4.970	6.307	7.731	9.458
		Water flow l/h	142	207	290	369	452	553
		Water Δp kpa	6,4	14,9	31,5	7,1	11,4	18,1
	2R	Capacity	4.081	5.933	8.404	10.857	13.347	16.459
		Water flow l/h	238	347	491	634	780	962
		Water Δp kpa	4,6	10,6	23,0	5,4	8,7	14,0
	3R	Capacity	4.948	7.178	10.246	13.425	16.542	20.521
		Water flow l/h	289	419	599	784	966	1.199
		Water Δp kpa	3,1	7,1	15,6	3,8	6,1	10,0
Coil water content L	1R	0,34	0,47	0,61	0,74	0,88	1,01	
	2R	0,68	0,95	1,22	1,49	1,76	2,03	
	3R	1,01	1,42	1,83	2,23	2,64	3,04	
	4R	1,35	1,89	2,43	2,97	3,51	4,05	
Electrical characteristics		230-1-50						
Absorbed motor power w		105	106	183	190	284	365	
Absorbed motor current A		0,46	0,46	0,82	0,84	1,23	1,65	
Motor speed rpm		997	987	1.130	1.014	1.151	1.160	
Noise level NC (for medium room)	High speed	31	31	32	36	33	34	
	Medium speed	26	25	25	30	28	30	
	Low speed	23	18	22	27	23	24	
Notes								
Values indicated in the above table are valid for the following conditions :								
1. Cooling capacities								
Air inlet 27 °C db / 19 °C wb								
Water inlet/outlet 7 °C / 12 °C								
2. Heating capacities								
Air inlet 20 °C								
Water inlet/outlet 70 °C / 55 °C								
3. Air flow is valid for free air outlet and 3 row coil								
Capacities are valid for the high speed and free air outlet (without ducts)								
For the other 2 speeds capacities are multiplied by the factors of the following table								
Speed		Correction factor						
Medium		0,83						
Low		0,72						

Αποδόσεις Επιδαπέδιου / Επίτοιχου Fan Coil τύπου FC της Interklima (INTERKLIMA, 2012)

3.1. Κέλυφος

Το κέλυφος αποτελεί περίβλημα από ισχυρό χαλυβδοέλασμα με κατάλληλες ενισχύσεις, που προστατεύεται με μια στρώση εποξικού υποστρώματος (αστάρι) φούρνου και τελική στρώση εποξικού χρώματος. Το πάχος του χαλυβδοελάσματος είναι 1,20 mm και έχει καλαίσθητη εμφάνιση με στρογγυλεμένες άκρες και χωρίς προεξοχές.

Δεξιά και αριστερά από τον χώρο που καταλαμβάνεται από τον ανεμιστήρα και τα στοιχεία, διαμορφώνονται μέσα στο κέλυφος θύλακες (χώροι) ώστε να μπορούν να περιλάβουν ο ένας τις αποφρακτικές δικλίδες, την ηλεκτροκίνητη τρίοδο βαλβίδα (εάν θα τοποθετηθεί), και τις σωληνώσεις διασύνδεσης με τα δίκτυα προσαγωγής και επιστροφής ζεστού και κρύου νερού και αποχέτευσης, ο δε άλλος τις ηλεκτρικές παροχές, τον διακόπτη τριών ταχυτήτων και τον θερμοστάτη.

Στην επάνω επιφάνεια του περιβλήματος διαμορφώνεται υποδοχή με το στόμιο προσαγωγής αέρα, το οποίο φέρει περσίδες κατεύθυνσης του αέρα προς τα επάνω και ελαφρά προς τα μπροστά.

Στο κατώτατο μέρος του μπροστινού καλύμματος υπάρχει άνοιγμα αναρρόφησης του αέρα ανακυκλοφορίας, από το οποίο μπορεί να αφαιρείται το φίλτρο της μονάδας.

3.2. Στοιχεία

Η συσκευή φέρει τρία στοιχεία, που μπορούν να λειτουργούν με ζεστό και κρύο νερό αντίστοιχα τον χειμώνα και το καλοκαίρι (ή να λειτουργούν ακόμα και με φρέον για ψύξη με απευθείας εκτόνωση – direct expansion cooling).

Κάθε στοιχείο είναι κατασκευασμένο από χαλκοσωλήνες $\Phi^{3/8}$ '' που περιβάλλονται από πτερύγια από αλουμίνιο. Τα πτερύγια είναι συνεχή σε όλο το μήκος του στοιχείου, και έχουν προσαρμοσθεί επάνω στους σωλήνες με μηχανική εκτόνωση για εξασφάλιση άριστου συντελεστή μετάδοσης θερμότητας. Τα στοιχεία είναι εφοδιασμένα με διάταξη αυτόματου εξαερισμού (αυτόματο εξαεριστικό).

Η πίεση δοκιμής του στοιχείου είναι 15 barg.

3.3. Συγκρότημα ανεμιστήρα–ηλεκτροκινητήρα τριών ταχυτήτων

Το συγκρότημα αποτελείται από έναν φυγοκεντρικό ανεμιστήρα απ' ευθείας συνεξυγμένο με τον ηλεκτροκινητήρα σε κοινό άξονα. Ο ανεμιστήρας έχει εμπρός κεκλιμένα πτερύγια. Ο ανεμιστήρας μαζί με τον άξονα είναι επιμελώς ζυγοσταθμισμένοι μετά την κατασκευή τους ούτως ώστε να εξασφαλίζεται λειτουργία τελείως απαλλαγμένη κραδασμών και θορύβων. Ο μέγιστος αριθμός στροφών είναι 1450 rpm. Ο ηλεκτροκινητήρας είναι κατάλληλος για παρεμβολή σε δίκτυο 220V/50Hz/1Φ και ελέγχεται από διακόπτη τριών ταχυτήτων ενώ φέρει επίσης ενσωματωμένη θερμική προστασία έναντι υπερθέρμανσης. Η συσκευή φέρει τριπολική σειρίδα (εύκαμπτο καλώδιο) για την τροφοδότησή της από ρευματοδότη, που προβλέπεται κοντά στην θέση εγκατάστασή της.

3.4. Λεκάνη συγκέντρωσης συμπυκνωμένων υδρατμών

Η μονάδα φέρει κάτω από το ψυκτικό στοιχείο και σε όλη την έκτασή του λεκάνη στην οποία συγκεντρώνονται τα συμπυκνώματα των υδρατμών που έρχονται σε επαφή με το στοιχείο.

Η λεκάνη είναι κατασκευασμένη από ισχυρό χαλυβδοέλασμα και προστατεύεται έναντι διαβρώσεων με ισχυρή αντιοξειδωτική βαφή. Είναι επίσης ισχυρά μονωμένη για αποφυγή εφίδρωσης στην εξωτερική της επιφάνεια. Στην ίδια λεκάνη συγκεντρώνονται τα συμπυκνώματα των υδρατμών που έρχονται σε επαφή με τις δικλείδες, ακάλυπτα τεμάχια σωληνώσεων, συνδέσμων κτλ..

Η λεκάνη, είναι κατάλληλα διατεταγμένη, ώστε με φυσική ροή τα συμπυκνώματα να ρέουν προς την οπή όπου και υπάρχει στόμιο Φ 20 mm για σύνδεση με την αποχέτευση.

3.5. Φίλτρο αέρα ανακυκλοφορίας

Το φίλτρο είναι καθαριζόμενου τύπου από αλουμίνιο πάχους 1" και βρίσκεται σε θέση που εξασφαλίζει την δίοδο μέσα του ολόκληρης της ποσότητας του αέρα. Το φίλτρο μπορεί να αφαιρείται εύκολα για καθαρισμό του και εξάγεται συρταρωτά.

3.6. Χειριστήριο λειτουργίας

Για την ρύθμιση και τον αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας του, το FCU είναι εφοδιασμένο με ηλεκτρομηχανικό θερμοστάτη και με επιλογέα ταχυτήτων που βρίσκονται σε κοινή θέση επάνω σε μεταλλικό πλαίσιο επί του σώματος της μονάδας ώστε ο έλεγχος της λειτουργίας της μονάδας να γίνεται εύκολα από τους ευρισκόμενους στον κλιματιζόμενο χώρο.

Ο θερμοστάτης είναι εγκαταστημένος επάνω στην μονάδα με τον βολβό του στο ρεύμα του αέρα ανακυκλοφορίας. Είναι ηλεκτρομηχανικός και έχει δύο επαφές με "νεκρή περιοχή" (dead spot) ανάμεσά τους, ώστε κατά την μετάπτωση από την ψύξη στην θέρμανση και αντίστροφα να μεσολαβεί ένα διάστημα χωρίς θέρμανση ή ψύξη.

Ο επιλογέας ταχυτήτων έχει θέσεις για τρεις ταχύτητες και μία θέση "εκτός" του ηλεκτροκινητήρα του ανεμιστήρα.

3.7. Εγκατάσταση Fan Coil Unit.

Τα Fan Coil Unit εγκαθίστανται στις θέσεις που σημειώνονται στα σχέδια και η εγκατάστασή τους νοείται ότι περιλαμβάνει γενικά τα εξής:

- την σύνδεση των στοιχείων με τις σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής ζεστού και κρύου νερού με χάλκινα τεμάχια σωλήνων και τα εξαρτήματά τους
- την σύνδεσή με τις αναμονές αποχέτευσης με γαλβανισμένο σωλήνα και λυόμενο σύνδεσμο ή χαλκοσωλήνα
- την σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο 220 V
- την στήριξη της συσκευής στο δάπεδο ή την ανάρτηση της συσκευής στον τοίχο μέσω αντιδονητικών στηριγμάτων και την οριζοντίωσή της
- την εγκατάσταση του διακόπτη ταχυτήτων και του θερμοστάτη χώρου

4. Απαιτούμενος Εξοπλισμός - Υλικά

Μονάδα ανεμιστήρα – στοιχείου με χειριστήριο.

Δίοδες βαλβίδες (χειροκίνητη και θερμοστατική) και ρακόρ σύνδεσης.

Τρίοδη ηλεκτροβάννα.

Πένσα, κατσαβίδια, κλειδιά.

5. Πορεία εργασίας στο εργαστήριο

Βήμα 1: Αναγνώριση FCU του εργαστηρίου



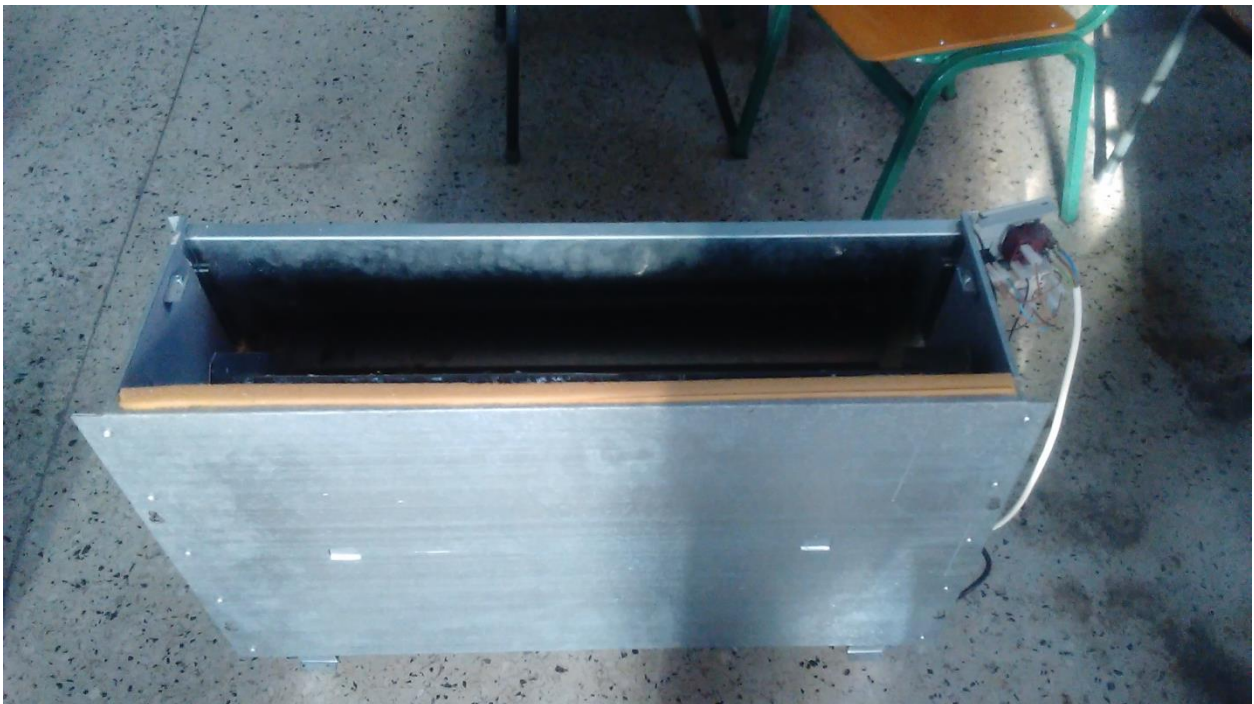
Βήμα 2: Αφαίρεση καλύμματος

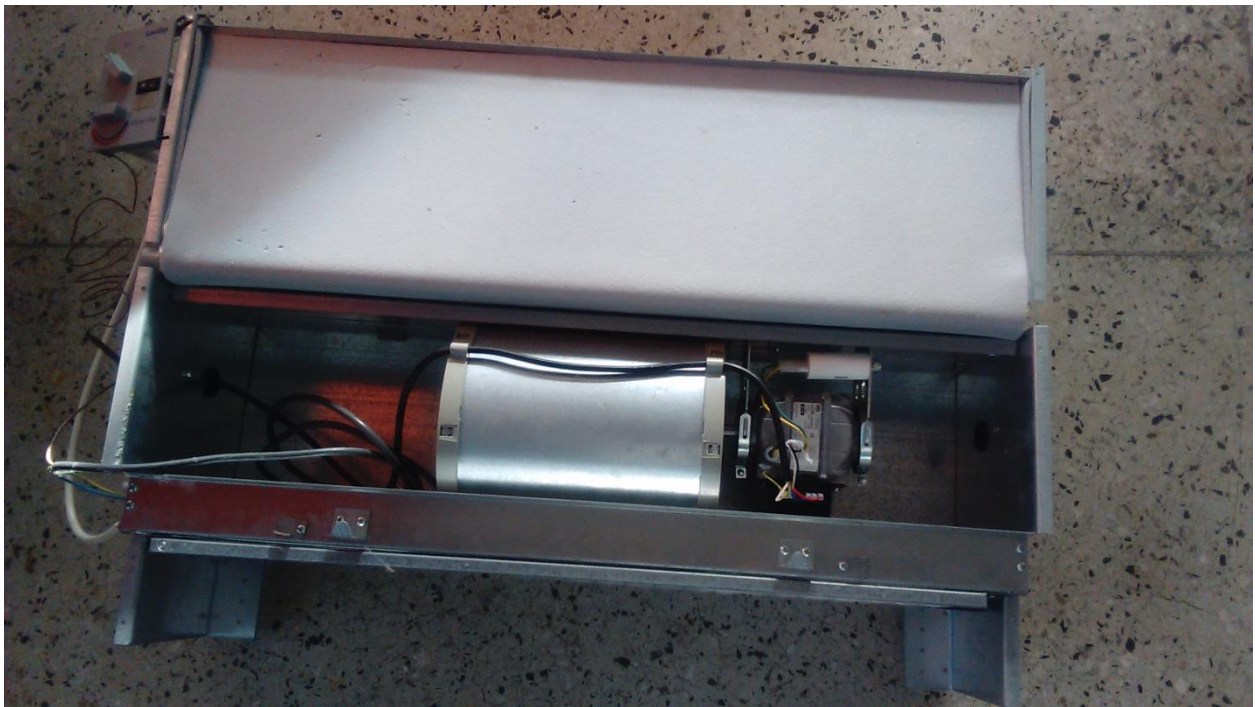


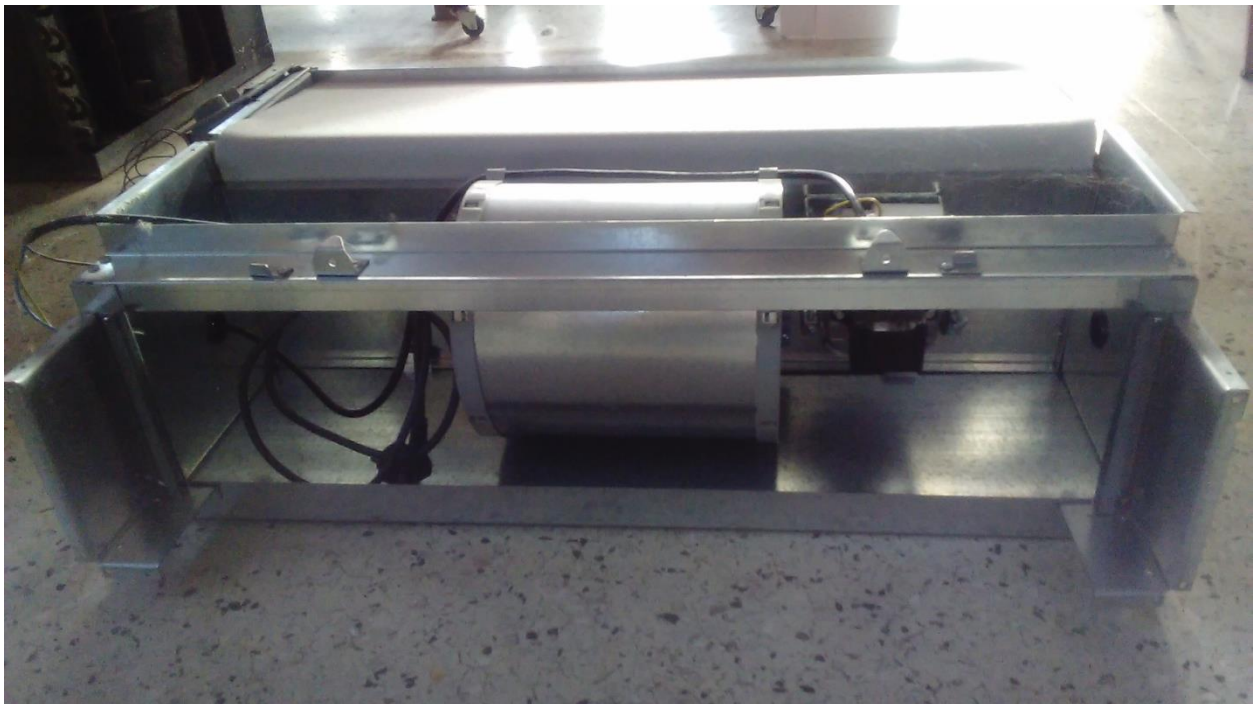
Βήμα 3: Αναγνώριση επιμέρους τμημάτων της συσκευής

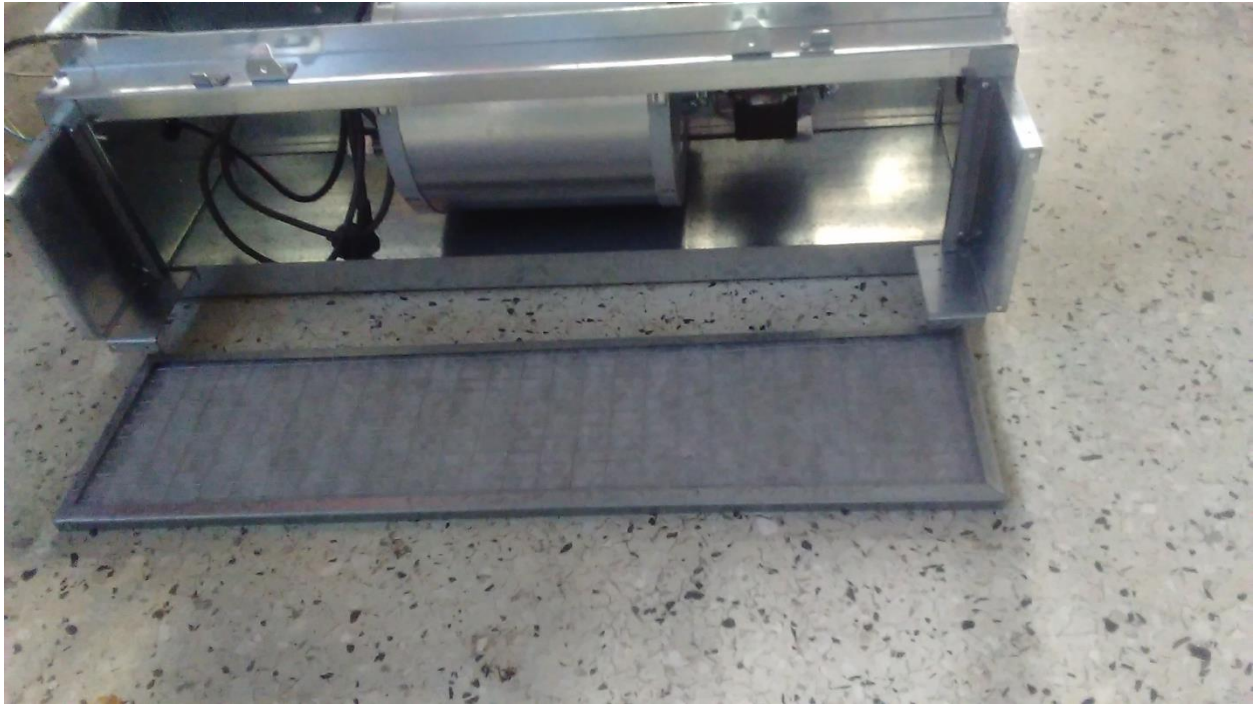














Βήμα 4: Επανασυναρμολόγηση



7. Βιβλιογραφία

Interklima (2012), Τεχνικό εγχειρίδιο μονάδων F.C.U., Interklima.

Σελλούντος Βάιος (2005), Θέρμανση – Κλιματισμός, Τόμοι Α' & Β', ΣΕΛΚΑ.

Recknagel – Sprenger (1978), Taschenbuch fur Heizung und Klimatechnik, Θέρμανση και Κλιματισμός, Τόμος Β', Μετάφραση Δημάκου, Εκδόσεις Γκούρδα.

ASHRAE (2008), Handbook of Fundamentals, ASHRAE.

CIBSE (2004), Heating, Ventilating, Air Conditioning and Refrigeration, CIBSE.

CIBSE (2008), Fan Coil Units, CIBSE.

Shan Wang (2000), Handbook of Air Conditioning and Refrigeration, McGraw-Hill.

Σοφικίτης Θεμιστοκλής (2010), Φύλλο έργου εργαστηριακής άσκησης εργαστηρίου Θ.Ψ.Κ.ΑΠΕ: Ηλεκτρική συνδεσμολογία τοπικής κλιματιστικής μονάδας F.C.U., ΑΣΠΑΙΤΕ.

Λιάρος Στυλιανός (2014), Φύλλο έργου εργαστηριακής άσκησης εργαστηρίου Θ.Ψ.Κ.ΑΠΕ: Ηλεκτρική συνδεσμολογία τοπικής κλιματιστικής μονάδας F.C.U., ΑΣΠΑΙΤΕ.

Σημειώσεις του συντάκτη.