

Resum

En aquest projecte es proposa el disseny d'una instal·lació de climatització amb el seu control i la seva pròpia instal·lació elèctrica per a un conjunt de cabines experimentals. Aquestes cabines tenen la funció de servir d'espai per a proves de diferents paràmetres de fragàncies i olors. Degut a la natura d'aquestes proves s'ha dissenyat una instal·lació independent capaç d'aconseguir les especificacions tècniques que requereixen aquest tipus de cabines. Aquestes cabines es troben situades dins d'un edifici aïllades de la resta de instal·lacions industrials destinades a la producció de productes químics tipus ambientadors.

Es contemplen els tres tipus de instal·lació necessàries per poder garantir el funcionament correcte del sistema de cabines experimentals: climatització, elèctrica i control.

El disseny de la instal·lació de climatització és completa i independent per cadascuna de les cabines. La producció de fred es realitza mitjançant una planta refredadora situada a la coberta de l'edifici. La producció de calor es realitza amb resistències elèctriques individuals per assegurar les condicions òptimes de funcionament. La instal·lació interna de l'edifici es troba formada pels elements que generen el flux d'aire (climatitzador i ventiladors), conduccions d'aigua, xarxa de conductes d'aire i elements de distribució d'aire com per exemple difusors i reixes.

El disseny de la instal·lació elèctrica inclou la il·luminació pròpia de les cabines, el quadre de potència que alimenta tots els elements d'aquesta instal·lació i el quadre on es situen totes les maniobres de control. Aquests quadres seran alimentats directament des del quadre general de baixa tensió del edifici. Tot el conjunt de instal·lacions corresponents a electricitat s'estudiaran tenint en compte la caiguda de tensió màxima admissible en el dimensionat dels conductors i la intensitat que aquests hauran de transportar. A més, s'intentarà aconseguir el màxim equilibri de càrregues a suportar per les diferents fases, subdividint-les de manera que les pertorbacions originades per avaries que puguin produir-se en qualsevol punt de la mateixa, afectin a un mínim de parts de la instal·lació.

El disseny de la instal·lació de control compren tots els elements necessaris per aconseguir les especificacions tècniques necessàries per a la utilització de les cabines. Inclou variadors de freqüència, variadors de tensió, sondes de temperatura, humitat i velocitat, comportes regulables, autòmats programables i altres elements necessaris per al correcte funcionament. Aquests elements garantirán el control de la temperatura, humitat i renovacions d'aire que l'usuari de les instal·lacions necessita.





Sumari

RESUM	1
SUMARI	3
ÍNDIX DE FIGURES	6
ÍNDIX DE TAULES	7
GLOSSARI	8
1. PREFACI	9
1.2. Origen del projecte	9
1.3. Motivació	9
1.4. Requeriments previs	9
2. INTRODUCCIÓ	11
2.1. Objectius del projecte.....	11
2.2. Abast del projecte.....	12
3. ESPECIFICACIONS DEL SISTEMA	13
3.1. Característiques del sistema.....	13
3.2. Descripció general del disseny	15
3.3. Principi de funcionament del sistema	18
4. DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ DE CLIMATITZACIÓ	19
4.1. Càlcul de les necessitats tèrmiques d'estiu a la instal·lació	19
4.2. Càlcul de les necessitats tèrmiques d'hivern a la instal·lació	21
4.3. Equip generador de fred	23
4.3.1. Disseny del equip generador	23
4.3.2. Normativa aplicable	24
4.4. Resistències elèctriques	24
4.5. Humidificador	26
4.6. Equip climatitzador d'aire	28
4.6.1. Mòdul de filtratge	28
4.6.2. Mòdul de bateria de fred/resistència.....	29
4.6.3. Mòdul Ventilador.....	30
4.6.4. Mòdul Humidificador.....	31
4.6.5. Conducte de bypass.....	31
4.6.6. Calaix "plenum".....	32



4.7.	Ventiladors secundaris.....	32
4.8.	Xarxa de conductes i canonades.....	34
4.8.1.	Conductes	34
4.8.2.	Canonades d'aigua	34
4.9.	Comportes.....	35
4.9.1.	Comportes estanques motoritzades.....	35
4.9.2.	Comportes tallafocs.....	35
4.9.3.	Comporta antiretorn	35
4.10.	Difusors i reixes.....	35
4.10.1.	Difusors.....	36
4.10.2.	Reixes d'extracció	36
4.10.3.	Reixes exteriors.....	36
5.	DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	37
5.1.	Descripció de la instal·lació elèctrica	37
5.2.	Càrregues elèctriques.....	38
5.2.1.	Enllumenat.....	39
5.3.	Potència reactiva.....	40
5.4.	Desequilibri entre fases	41
5.5.	Caiguda de tensió	41
5.6.	Harmònics	42
5.7.	Alternativa de disseny	44
5.8.	Dimensionat del cablejat i proteccions	45
5.8.1.	Sobreintensitats.....	46
5.8.2.	Contactes indirectes.....	46
5.8.3.	Contactes directes.....	47
5.9.	Quadres elèctrics	47
5.9.1.	Quadre de potència.....	47
5.9.2.	Quadre de control.....	47
6.	DISSENY DE LA INSTAL·LACIÓ DE CONTROL	50
6.1.	Descripció de la instal·lació de control.....	50
6.2.	Nivell de sistema	51
6.3.	Nivell d'elements de camp	51
6.3.1.	Servomotors de comportes d'aire.....	51
6.3.2.	Servomotor de la vàlvula de 3 vies.....	52
6.3.3.	Variador de tensió	52
6.3.4.	Variador de velocitat.....	53
6.3.5.	Sonda de temperatura i humitat.....	54



6.3.6.	Pressòstat diferencial per aire	55
6.3.7.	Transmissor diferencial d'aire	55
6.3.8.	Sondes de velocitat	55
6.4.	Nivell d'elements de control	56
6.5.	Nivell de gestió del sistema	57
6.6.	Nivell d'usuari	57
6.6.1.	Usuari tipus manteniment	57
6.6.2.	Usuari tipus gestió	57
6.6.3.	Usuari tipus administrador	57
7.	PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE	58
8.	PRESSUPOST	59
9.	ESTUDI DE L'IMPACTE AMBIENTAL	61
9.1.1.	Fase de fabricació i subministrament	61
9.1.2.	Fase de instal·lació	61
9.1.3.	Fase d'exploració	61
	CONCLUSIONS	63
	AGRAÏMENTS	65
	BIBLIOGRAFIA	67
	Referències bibliogràfiques	67
	Bibliografia complementària	68
	Programes informàtics	69



Índex de figures

Fig. 3.1 Detall del plànol de situació de les cabines.....	13
Fig. 3.2 Principi de funcionament del sistema	18
Fig. 4.1 Diagrama psicomètric del procés durant estiu	20
Fig. 4.2 Diagrama psicomètric del procés durant hivern.....	22
Fig. 4.3 Accessoris necessaris pel correcte funcionament de l'equip humidificador	27
Fig. 4.4 Disseny de l'equip climatitzador del sistema.....	28
Fig. 4.5 Esquema de funcionament de la vàlvula de 3 vies proporcional amb una bateria d'aire	30
Fig. 5.1 Efecte de la compensació de potencia reactiva mitjançant una bateria de condensadors	40
Fig. 5.2 Exemple de tipus d'harmònics i les seves causes.....	43
Fig. 5.3 Esquema de connexió dels filtres actius APF4W de la marca CIRCUTOR.....	44
Fig. 6.1 Esquema de funcionament de la instal·lació de control.....	50
Fig. 7.1 Diagrama de Gantt amb les fases del projecte diferenciades per colors segons tipus de instal·lació.....	58



Índex de taules

Taula 3.1 Mides dels espais a tractar	14
Taula 3.2 Requeriments ambientals dels espais	14
Taula 4.1 Càrregues tèrmiques interiors.....	19
Taula 4.2 Volums dels espais del sistema.....	20
Taula 4.3 Necessitats de calor del sistema segons l'època de l'any	25
Taula 4.4 Tipus i potència de les resistències	25
Taula 4.5 Càlcul dels cabals segons les dependències del sistema	32
Taula 4.6 Càlcul dels requeriments dels ventiladors secundaris, cabals màxims i pèrdua de càrrega màxima (conductes + difusors i reixes).....	33
Taula 5.1 Càrregues elèctriques màximes existents a la instal·lació segons els diferents fabricants.....	38
Taula 5.2 Comparativa entre la solució emprada per a la instal·lació elèctrica i l'alternativa de disseny segons diferents paràmetres valorats	45
Taula 5.3 Components del quadre de potència.....	48
Taula 6.1 Elements del nivell de sistema regulables.....	51
Taula 6.2 Resum de tipus de senyals d'entrada i sortida segons els elements de camp i equips presents a la instal·lació.....	56



Glossari

A	secció d'un conductor elèctric
C	conductivitat
e	caiguda de tensió en un conductor
ED	entrada digital
EA	entrada analògica
H	entalpia
Hr	humitat relativa
I	intensitat elèctrica
IP	índex de protecció
Lm	lumen, flux lumínic
Lux	nivell de il·luminació
mm. c.d.a	mil·límetres de columna d'aigua, mesura de pressió (1 mm. c.d.a. equival a 9,80065 Pa)
Renov/h	renovacions en 1 hora; número de vegades que es substitueix tot el volum d'aire d'una estància durant 1 hora.
SA	sortida analògica
SD	sortida digital
T	temperatura



1. Prefaci

1.2. Origen del projecte

Actualment ens trobem en un món tècnicament molt especialitzat. Dins del món de la perfumeria i les fragàncies ambientadores sorgeix la necessitat de millorar els productes per fer-los més competitius. Arrel d'aquestes necessitats es creen nous sistemes de millora de productes, en el cas de la perfumeria calen sistemes més eficaços per a la realització de proves olfactivas. Amb els sistemes actuals existeixen cabines experimentals per a realitzar proves amb una renovació d'aire forçada. Amb aquest projecte es proposa la millora d'aquests sistemes. Gracies als coneixements adquirits durant la carrera he decidit realitzar el Projecte de Final de Carrera sobre el disseny d'una instal·lació de climatització, elèctrica i de control d'unes cabines experimentals d'olors.

1.3. Motivació

En el mon que ens envolta, a mida que la tecnologia avança, trobem reptes més diversos i complexos per solucionar mitjançant l'enginyeria. El repte triat per desenvolupar aquest projecte és la millora de les cabines experimentals per a proves olfactivas mitjançant una instal·lació completa de climatització, elèctrica i de control.

1.4. Requeriments previs

Per a la realització d'aquest projecte han estat necessaris uns coneixements previs tant d'electrotècnia i aparellament elèctric com de climatització i automatització. Gràcies a la integració de diferents camps de l'enginyeria ha estat possible la realització completa d'aquest projecte.



2. Introducció

2.1. Objectius del projecte

L'objectiu del projecte és la definició de tots els elements necessaris per la execució de les instal·lacions de climatització, control i electricitat corresponents a cabines experimentals. Les cabines tenen la funció de servir d'espai per a proves de diferents paràmetres de valoració de fragàncies i olors per al món de la perfumeria. Per acomplir les necessitats d'aquest tipus de proves és necessari tenir un control sobre la temperatura, humitat, cabal i puresa de l'aire dins de les cabines.

El disseny de la instal·lació de climatització ha de tenir la possibilitat de variar aquests paràmetres en funció de les necessitats de les diferents proves de forma independent a les condicions exteriors. També ha de garantir la no contaminació entres proves d'olors.

El disseny de la instal·lació elèctrica ha d'incloure el subministrament d'electricitat per a tots els equips relacionats amb les cabines, així com la pròpia il·luminació. A més dels paràmetres de tipus climàtic esmentats, el conjunt de instal·lacions de les cabines ha de pertorbar el mínim possible a la resta de instal·lacions on es trobi instal·lada. Això comporta que ha de ser independent i ha d'evitar qualsevol efecte elèctric perjudicial. Aquest concepte inclou pertorbacions harmòniques, desequilibri de fases i potència reactiva absorbida. D'altra banda ha d'assegurar que la caiguda de tensió a la instal·lació no perjudiqui el seu funcionament.

El disseny de la instal·lació de control ha de garantir la regulació i el correcte funcionament de tot el sistema independentment del ús que tingui a cada moment. A més s'ha de garantir la possibilitat d'establir les diferents consignes de forma manual per assegurar el seu funcionament en cas de fallada dels automatismes. El control ha d'obtenir registres del que està passant amb els paràmetres a regular a cada prova olfactiva.



2.2. Abast del projecte

El present estudi, fa referència a la instal·lació de climatització, control i subministrament d'energia elèctrica per al condicionament d'unes cabines experimentals per a la realització de proves d'olors. Per a la correcta realització de les proves cal controlar 4 paràmetres fonamentals: temperatura, humitat, renovacions i qualitat de l'aire.

Per dur a terme aquesta instal·lació s'ha dissenyat i definit els principals elements:

- Equip generador de fred/calor (Planta refredadora/resistències)
- Equip de filtratge, tractament i impulsió d'aire condicionat (Climatitzador, ventiladors)
- Sistema de distribució de l'aire (Xarxa de conductes i difusors)
- Sistema de control i regulació (Variadors de freqüència, sondes i comportes motoritzades)
- Il·luminació
- Quadre elèctric de potència
- Quadre elèctric de control



3. Especificacions del sistema

3.1. Característiques del sistema

El objectius del projecte són aconseguir unes determinades condicions ambientals dins d'uns espais experimentals per a proves d'olors. Aquests espais es divideixen en 5 espais a controlar independentment. Físicament es troben agrupats en dues grans àrees anomenades "Cabines Generals" i "Cabines Flush". A les cabines Generals es col·loquen mostres de diferents fragàncies tipus ambientador. A les cabines Flush també es realitzen proves de fragàncies però simulant estàncies tipus lavabo. El control sobre les cabines generals és més acurat que sobre les cabines Flush. Tots els espais de proves es troben fabricats amb acer inoxidable per evitar contaminacions olfactives.

Les cabines Generals es troben formades per un grup de 5 cabines. Cal tenir en compte que cada cabina general pot subdividir-se en 2 cabines més petites per a proves que requereixin un volum de l'estància més petit. Dins d'aquest conjunt existeix un espai anomenat passadís que connecta les cabines i per on es realitzen les diferents proves d'olors. Aquest espai té les mateixes condicions de disseny que les cabines.

Les cabines "Flush" es troben formades per un grup de 3 cabines. També tenen un espai comú anomenat passadís al igual que les cabines generals. Sempre funcionen simultàniament.

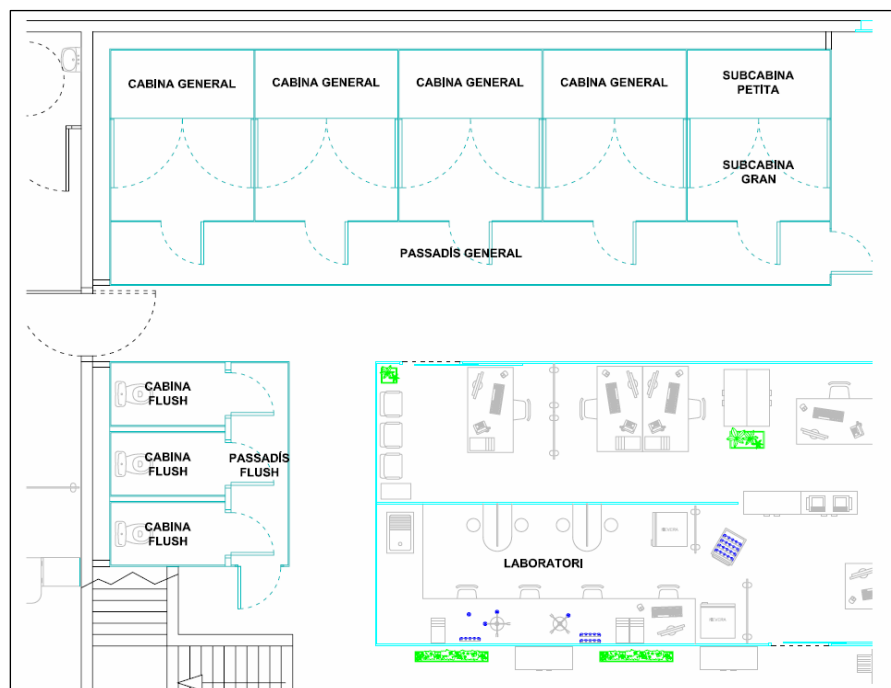


Fig. 3.1 Detall del plànol de situació de les cabines



Tipus Espai	Amplada (m)	Llargada (m)	Alçada (m)
Cabina General	2,5	3,0	2,5
Subcabina gran	2,5	1,8	2,5
Subcabina petita	2,5	1,2	2,5
Passadís General	1,1	12,58	2,5
Cabina "Flush"	1,1	2,0	2,5
Passadís "Flush"	1,0	3,56	2,5

Taula 3.1 Mides dels espais a tractar

Tipus Paràmetre	Punt de consigna	Zona de treball	Precisió de mesura
Temperatura	22 °C	21 – 23 °C	± 0,1 °C
Humitat	60 %	50 – 70 %	± 1 %
Renovacions	1,5 renov/h	1 – 2 renov/h	± 0,2 renov/h

Taula 3.2 Requeriments ambientals dels espais

En el cas de les renovacions de l'aire cal indicar que es desitja que el sistema pugui regular-se des de 1 renov/h fins a 6 renov/h encara que la zona habitual de treball es trobi al voltant de 1,5 renov/h. El rang inferior (1 renov/h) respon a la necessitat de realitzar proves del correcte funcionament de la regulació a un baix nivell de renovacions. El rang superior de funcionament (6 renov/h) servirà per a realitzar la neteja de les cabines entre experiments diferents. D'aquesta manera es redueix els temps d'espera i es mantenen les cabines correctament condicionades.

L'últim paràmetre ambiental a controlar és la puresa de l'aire que entra als espais. Aquest paràmetre no es quantificable però sí qualificable, per tant haurà de ser garantit amb el disseny de la instal·lació.



Finalment cal dissenyar tota la instal·lació elèctrica necessària per al funcionament del sistema. Això inclou l'alimentació elèctrica de tots els elements de la climatització i de la regulació necessaris. També es dissenya la instal·lació elèctrica de les cabines. La instal·lació elèctrica garanteix el correcte funcionament de tot el conjunt d'elements tenint especialment cura amb elements sensibles tipus variadors de freqüència i plaques electròniques que necessiten un grau de fiabilitat en el subministrament.

3.2. Descripció general del disseny

A l'hora de realitzar el disseny de tot el sistema s'han emprat 2 criteris, assolir el objectius proposats (veure apartat 3.1 Característiques del sistema i l'annex A) i optimitzar el cost de la instal·lació, sempre respectant la normativa vigent en instal·lacions de climatització (RITE) i el reglament de baixa tensió (REBT).

Per garantir les condicions ambientals necessàries de temperatura, humitat, renovacions i puresa de l'aire es planteja un sistema totalment independent al sistema de climatització existent al edifici. Per tant, tot l'aire que s'introduirà al interior de les cabines provindrà de l'exterior de l'edifici i s'haurà de tractar la temperatura, humitat i puresa.

A l'estiu es necessita refredar l'aire fins al punt d'extreure tota la quantitat d'aigua excedent mitjançant la condensació. Després s'escalfarà tot l'aire per introduir-lo a les cabines dins dels rangs acceptables. Aquest procés es pot veure a la figura 4.2 del capítol 4.1 Càlcul de les necessitats tèrmiques d'estiu a la instal·lació.

Al hivern l'aire exterior s'escalfa fins al punt de consigna desitjat. Una vegada aconseguit aquest punt s'introdueix la quantitat de vapor d'aigua necessària per elevar la humitat relativa fins al punt de consigna. Aquest procés es pot veure a la figura 4.4. del capítol 4.2 Càlcul de les necessitats tèrmiques d'hivern a la instal·lació

Per aconseguir aquests dos processos es necessita un equip productor de fred per aportar les frigories necessàries al cabal d'aire. També és necessari un climatitzador encarregat de tractar l'aire tèrmicament i purificar-lo mitjançant un equip de filtratge adequat. Paral·lelament s'instal·len resistències elèctriques per aportar el calor necessari per acomplir els processos abans descrits. S'ha dissenyat la resistència principal de manera que actuarà sobre el cabal total que passa a través del climatitzador i les resistències secundàries per a cada zona de treball independent que tenen la funció d'ajustar les condicions a les desitjades. Per aconseguir aportar al sistema el vapor d'aigua que necessita al hivern s'instal·la un humidificador de tipus conducte que tracta tot el cabal d'aire que passa a través del climatitzador deixant la humitat relativa dins del rang de disseny.



Com s'indica al plec de condicions existeixen diferents tipus de cabina. Cada grup de cabines funciona a la vegada ja que els experiments de tipus olfactiu que s'hi duran a terme sempre són comparatius. Com les cabines generals requereixen un tractament més acurat, el disseny de la xarxa de conductes es per a cada cabina general independent aconseguint un control més precís. El passadís d'aquestes cabines també es independent. El grup de cabines Flush tenen un volum massa petit i no són tant crítiques de manera que comparteixen el sistema de regulació i sempre funcionen les 3 conjuntament amb el seu passadís. Cada zona independent agafarà part de l'aire que hagi tractat el climatitzador, resistència principal i el humidificador a través del corresponent conducte. En aquest conducte s'instal·la un ventilador controlat per un variador de freqüència per aconseguir el nombre de renovacions necessàries. També s'hi instal·la la resistència secundària per acabar d'ajustar la temperatura d'aquest cabal. Cada conducte té el seu sistema de mesura de temperatura i velocitat d'aire per controlar i enregistrar en tot moment com evoluciona el sistema i una sèrie de comportes motoritzades que ens assegurin el tancament hermètic de la instal·lació quan l'usuari així ho indiqui.

Degut a la variabilitat de la demanda d'aire, segons el nombre de cabines en funcionament i el tipus de renovació demandada, el ventilador principal del climatitzador també és regulat amb un variador de freqüència i una sonda de pressió que detecta la manca de demanda. Com el cabal necessari pot arribar a assolir un valor molt baix s'ha dissenyat el conducte de "bypass" entre la sortida del climatitzador i la seva pròpia entrada per recircular l'excés de cabal produït sense perjudicar el ventilador. Aquest sistema és regulat amb la sonda de pressió i una comporta motoritzada situada dins del conducte. D'aquesta manera la instal·lació s'adapta a les necessitats del sistema i aconsegueix un rendiment òptim sense haver d'augmentar el consum energètic degut a que l'aire recirculat es troba tractat i per tant no necessita ni filtratge ni més aportació calòrica i/o d'humitat.

Per a solucionar el problema de la difusió de l'aire dins les cabines s'han dissenyat unes toveres especials amb forma tipus "pinya" que aconsegueixen convertir el cabal que arriba a cada cabina en un flux que omple tot l'espai. El retorn de l'aire es realitza per la part baixa de les cabines i s'instal·len ventiladors i comportes que garanteixen una mínima sobrepressió a les cabines. D'aquesta manera s'aconsegueix que l'aire dins les cabines no es contamine amb la resta del edifici.

Per al subministrament energètic del sistema de clima s'ha dissenyat el quadre de potència alimentat des del Quadre General de Baixa Tensió de l'edifici. Els criteris de disseny de tota la instal·lació elèctrica de potència són els següents:

- La caiguda de tensió màxima admissible en el dimensionat de conductors és del 3% pels circuits d'enllumenat i del 5% pels de força motriu. Aquesta caiguda de tensió



s'entén des de l'interruptor de Baixa Tensió del quadre General de Baixa Tensió, fins als extrems dels circuits considerats en el càlcul.

- En tota la instal·lació s'aconsegueix el màxim equilibri de càrregues que suportin les diferents fases, subdividint-se de manera que les pertorbacions originades per avaries que es poguessin produir en qualsevol punt de la mateixa, afectessin a un mínim de parts de la instal·lació.
- Els harmònics provocats pels consums del sistema són filtrats per no pertorbar la resta de instal·lacions elèctriques i no sobrecarregar el neutre amb intensitats no desitjades.
- El consum d'energia reactiva es troba minimitzat per evitar sobreintensitats que escalfin el cablejat i aconseguir una reducció del cost de l'explotació de la instal·lació, en termes de penalitzacions per consum d'energia reactiva.

Tot el sistema de control de paràmetres del sistema és gestionat des d'un programa de gestió de instal·lacions remotes instal·lat a un PC de l'usuari on es poden variar les consignes de treball i enregistrar un històric de dades de l'estat de la instal·lació. Paral·lelament el sistema té la possibilitat de ser manipulat manualment des del quadre de control encara que no sigui el seu estat habitual. Aquesta opció es troba pensada per a les operacions de manteniment del sistema i per no deixar aturat el sistema en cas d'avaría informàtica.

Tot l'aire extret del sistema és expulsat fora de l'edifici per evitar contaminacions olfactives entre diferents proves.



3.3. Principi de funcionament del sistema

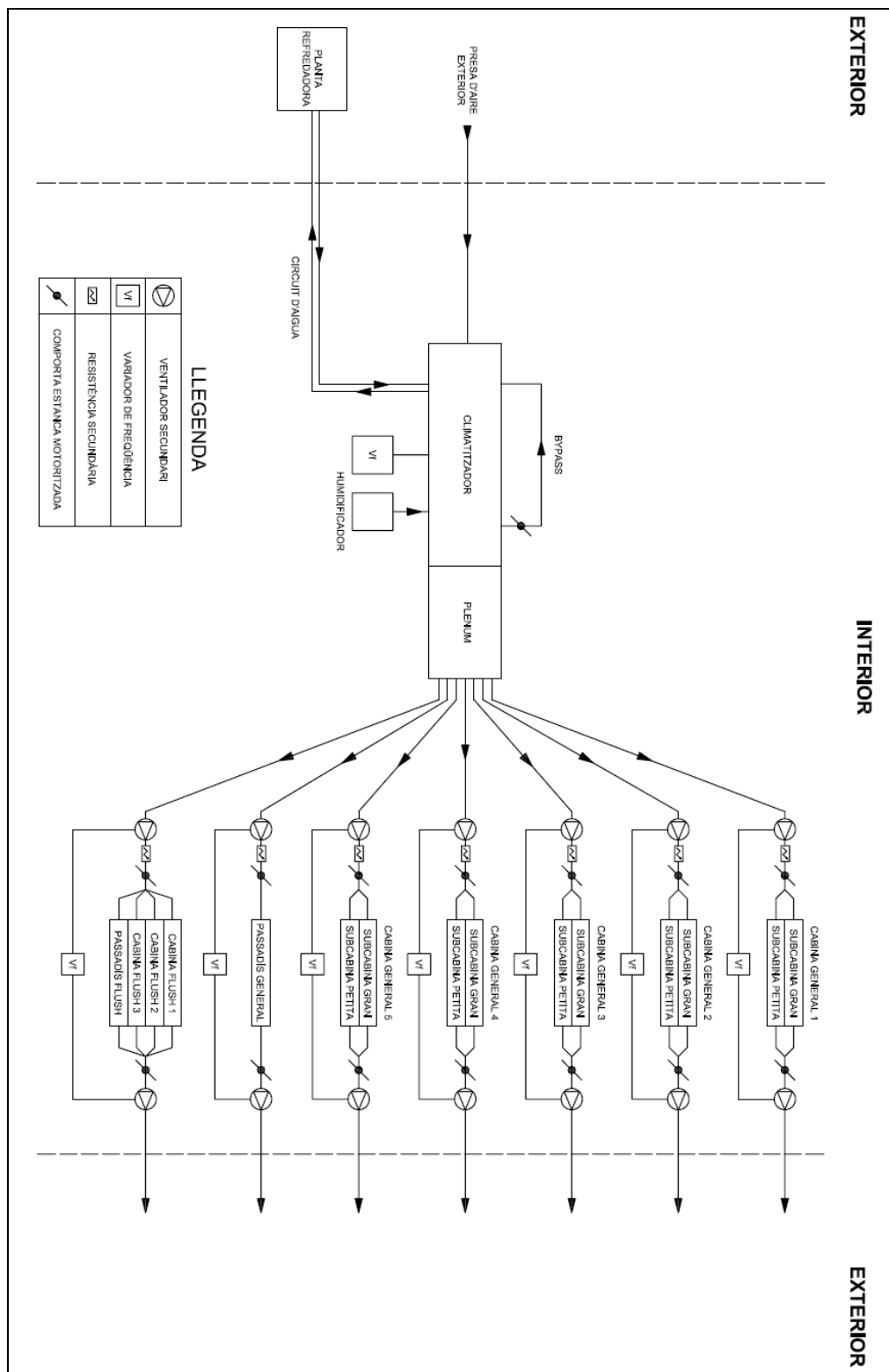


Fig. 3.2 Principi de funcionament del sistema



4. Disseny de la instal·lació de climatització

4.1. Càlcul de les necessitats tèrmiques d'estiu a la instal·lació

Pel disseny correcte de la instal·lació de climatització s'han calculat les càrregues tèrmiques en les condicions més desfavorables de tot el sistema. D'aquesta manera s'obté la màxima potència frigorífica necessària. Es realitza el càlcul emprant un programa de càlcul de necessitats tèrmiques dissenyat pel Departament de Màquines i Motors Tèrmics de l'ETSEIB, Air-Pack versió 2.2 i és verificat comparant els resultats amb els obtinguts mitjançant la simplificació i càlcul amb el diagrama psicromètric de l'aire. Per aconseguir uns resultats fiables cal tenir en compte totes les condicions ambientals tant interiors com exteriors i totes les possibles aportacions de calor que puguin existir dins de les cabines com enllumenat, persones, etc. Amb aquest resultat es dimensiona l'equip de fred.

Segons la ubicació de la fàbrica (Barcelona), les condicions són les següents:

- Condicions exteriors estiu a Barcelona.....31°C i 68% d'humitat relativa (Veure taula C.1 a l'annex, segons norma UNE 100-001-85 del RITE)
- Condicions desitjades de projecte.....22°C \pm 1°C i 60% \pm 10% d'humitat relativa (Veure apartat A.3 de l'annex)
- Condicions a les dependències adjacents.....22°C (Veure apartat A.3 de l'annex)

Tipus de càrrega	Número elements	Calor sensible (W)	Calor latent (W)
Persones (Treballant en peu, esforç lleuger)	4	304	248
Il·luminació (Tubs de fluorescència de 58 W)	20	1460	0

Taula 4.1 Càrregues tèrmiques interiors



Dependència	Mides (Llarg x Ample x Alçada) (m)	Volum (m ³)	Nombre	Volum Total (m ³)
Cabines Generals	3 x 2,5 x 2,5	18,75	5	93,75
Subcabines petites	1,2 x 2,5 x 2,5	7,5	5	37,5
Subcabines grans	1,8 x 2,5 x 2,5	11,25	5	56,25
Passadís General	12,58 x 1,1 x 2,5	34,595	1	34,595
Cabines Flush	2 x 1,1 x 2,5	5,5	3	16,5
Passadís Flush	3,56 x 1,0 x 2,5	8,9	1	8,9
VOLUM TOTAL DEL SISTEMA (Cabines Generals + Cabines Flush + Passadissos)				153,745

Taula 4.2 Volums dels espais del sistema

Cabal màxim necessari = Volum Total x Màxim nombre de renovacions (Eq. 4.1)

Cabal màxim = 153,745 m³ x 6 Renov/h = 922,47 m³/h

S'introdueixen les dades al programa de càlcul de necessitats tèrmiques Air-Pack versió 2.2 per l'estiu. El resultat obtingut amb el càlcul del programa és $P_{frig} = 13,475 \text{ kW}$. Per conèixer més detalls consultar el capítol B.1 de l'annex.

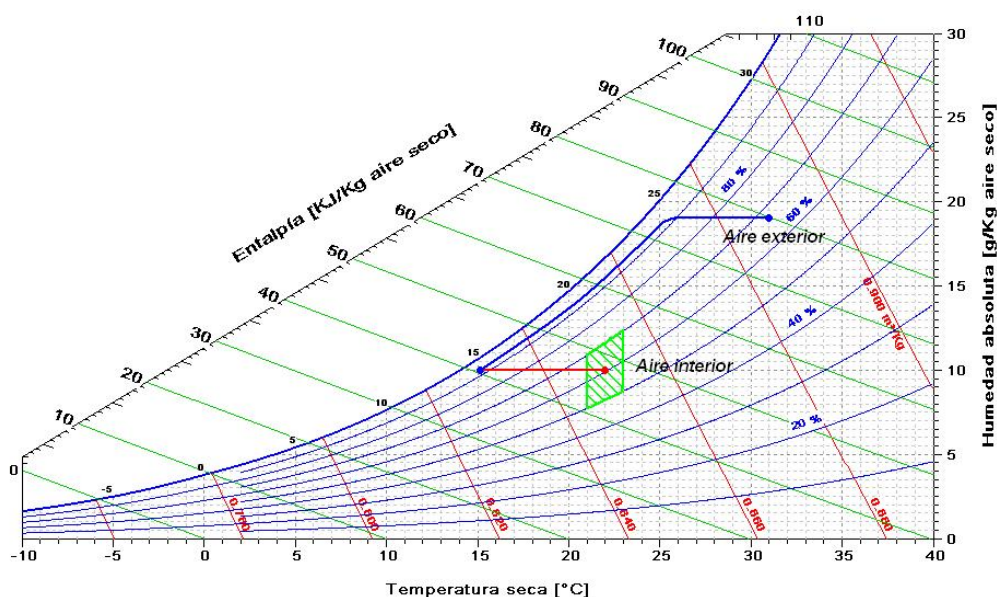


Fig. 4.1 Diagrama psicomètric del procés durant estiu



A partir del diagrama psicomètric figura 4.1 s'obté el càlcul de la potència frigorífica que cal per refredar i deshumidificar el cabal màxim d'aire (tram en blau). La part ratllada en verd són les condicions en les que pot treballar el sistema segons les especificacions (Taula 3.2).

$$P_{\text{frig}} = (H_{\text{inicial}} - H_{\text{final}}) \times Q_{\text{max}} \times \delta_{\text{aire}} \quad (\text{Eq. 4.2})$$

On

P_{frig} = Potència frigorífica en kW

H_{final} i H_{inicial} = Entalpies del punt final i inicial en KJ/Kg (41 i 80 KJ/Kg)

Q_{max} = Cabal d'aire màxim en m³/s (922 m³/h = 0,256 m³/s)

δ_{aire} = Densitats de l'aire en kg/m³ (mitjana 1,2 kg/m³)

$$P_{\text{frig}} = (80 - 41) \times 0,256 \times 1,2 = 11,98 \text{ kW}$$

Comparant aquest resultat amb el obtingut del programa de càlcul, s'observa una diferència de 1,49 KW de fred aproximadament. Aquest fet es degut a l'aportació de calor de la il·luminació i les persones, i de la transmissió de calor per conducció que no han estat comptades en el càlcul amb el psicomètric.

La potència de post escalfament que es necessita per aconseguir el punt de consigna es calcula de la mateixa manera seguint la Eq 4.2 (Tram en vermell del psicomètric)

$$P_{\text{post-escalfament}} = (48 - 41) \times 0,256 \times 1,2 = 2,15 \text{ kW}$$

4.2. Càlcul de les necessitats tèrmiques d'hivern a la instal·lació

Per al càlcul de les necessitats tèrmiques al hivern es realitza el mateix procés. Es calcula el cas més desfavorable i amb les condicions externes de Barcelona durant el hivern.

- Condicions exteriors hivern a Barcelona.....2°C i 70% d'humitat relativa (Veure taula C.1 a l'annex, segons norma UNE 100-001-85 del RITE)



Amb les mateixes dades referents al espai i la seva utilització s'obté una $P_{\text{calorífica}} = 10,282 \text{ kW}$ i 7,662 g aigua/h d'humidificació (per més detall consultar apartat B.1.2 de l'annex).

Al igual que en el cas anterior es comparen els resultat obtinguts amb el programa de càlcul amb l'anàlisi del diagrama psicomètric figura 4.2 per al procés durant el hivern.

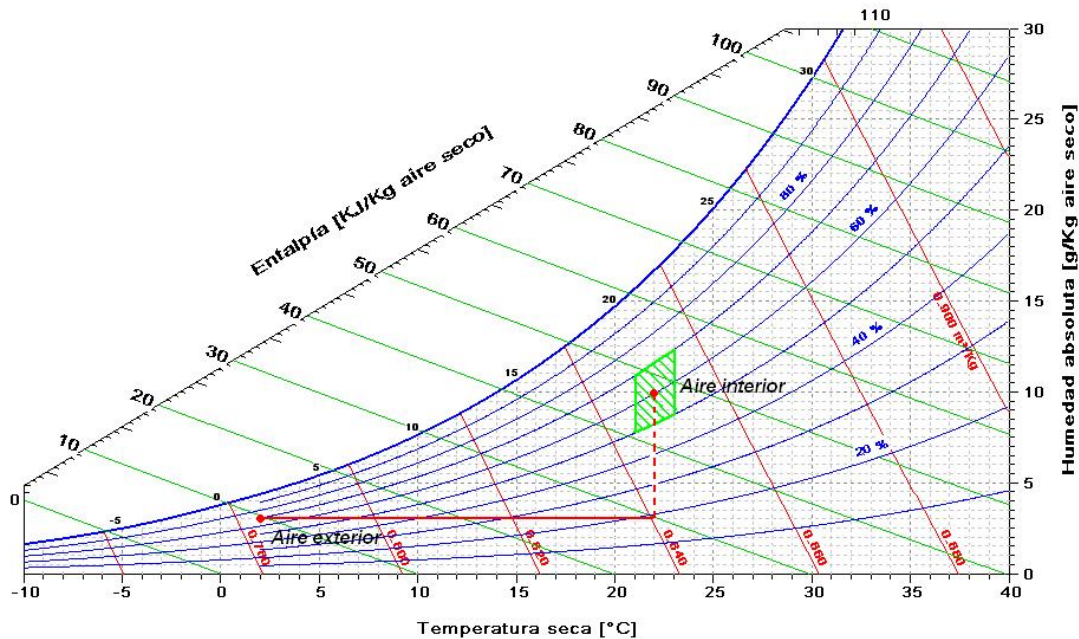


Fig. 4.2 Diagrama psicomètric del procés durant hivern

A partir del diagrama s'obté el càlcul de la potència calorífica que cal per escalfar el cabal màxim d'aire (tram en vermell). El tram vermell discontinu és el procés d'aportació de vapor d'aigua per elevar la humitat relativa.

$$P_{\text{cal}} = (H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}) \times Q_{\text{max}} \times \delta_{\text{aire}} \quad (\text{Eq. 4.3})$$

On

P_{cal} = Potència calorífica en kW

H_{final} i H_{inicial} = Entalpies del punt final i inicial en KJ/Kg (30 i 10 KJ/Kg)

Q_{max} = Cabal d'aire màxim en m^3/s ($922 \text{ m}^3/\text{h} = 0,256 \text{ m}^3/\text{s}$)

δ_{aire} = Densitat de l'aire en kg/m^3 (mitjana $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$)



$$P_{\text{cal}} = (30 - 10) \times 0,256 \times 1,2 = 6,144 \text{ kW}$$

S'observa una diferència de 3 kW comparant el càlcul amb el programa i el diagrama. Aquesta diferència es deguda a les pèrdues de calor que existeixen per conducció a través de les parets, terra i sostre de les cabines. Pel disseny han estat considerades per ser el cas més desfavorable.

4.3. Equip generador de fred

4.3.1. Disseny del equip generador

L'equip generador de fred objecte d'aquest projecte és de tipus planta refredadora d'aigua condensada per aire amb equip de bombeig incorporat. S'ha triat aquest tipus de planta per tres motius: espai, sistema de distribució i cost econòmic.

Les dimensions de l'equip generador han de ser les mínimes possibles per facilitar la seva instal·lació a l'exterior de l'edifici. Amb aquest tipus de planta refredadora s'aconsegueix optimitzar l'espai degut al seu disseny compacte, a més de facilitar les futures operacions de manteniment que s'hagin de realitzar.

Es tria una distribució del fred mitjançant aigua. Les altres opcions possibles són la distribució directament amb aire ja tractat (equip compacte) o distribució amb gas refrigerant a unitats interiors (equip partit). L'opció de la distribució amb aire es desestima per ser més costosa econòmicament i més complexa la seva regulació final sense poder garantir l'assoliment dels objectius de la instal·lació. L'opció de la distribució amb el gas refrigerant no s'utilitza pel seu elevat cost al tractar-se de canonades de coure frigorífic i necessitar gas frigorífic enlloc d'aigua. Amb la tria de la distribució de l'aigua s'obté un cost més baix i facilitat d'instal·lació, futures ampliacions, manteniment de la xarxa o possibles avaries.

Tal i com s'ha deduït al càlcul de les necessitats tèrmiques al apartat 4.1, el sistema necessita una potència frigorífica de 13,475 kW. Per garantir aquesta aportació de fred seria necessari triar una planta refredadora de 15 kW de potencia nominal de fred. Degut a la possibilitat de futures ampliacions del sistema amb noves cabines s'ha triat una planta refredadora amb el 50% més de potència, 20 kW.

Al mercat existeix una gran varietat de fabricants de plantes refredadores. Es tria el fabricant RHOSS per la seva llarga experiència en plantes refredadores d'aquesta potència. El gas refrigerant que utilitza l'equip és el R-410A, un dels nous gasos ecològics que no afecten a la capa d'ozó. El model de la planta refredadora és TCAEY-122 tank&pump version.



Les característiques més destacables són:

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| ➤ Potència frigorífica | 22,7 kW |
| ➤ Potència elèctrica trifàsica | 8,77 kW |
| ➤ Pressió sonora | 50 dB |
| ➤ Pressió de bomba aigua | 93 kPa |
| ➤ Dipòsit aigua | 45 litres |
| ➤ Pes | 270 kg |
| ➤ Mides | 1522 x 1280 x 600 mm |



A l'hora de la instal·lació a la planta coberta de l'edifici s'ha fabricat una bancada amb IPN - 80 on es col·loquen els corresponents amortidors. Per veure amb més detall consultar el càlcul dels amortidors al apartat B.2.

Pel seu control la planta refredadora té un plafó de gestió incorporat i a més la possibilitat de ser connectada a un bus de comunicació pel seu control remot i visualització de dades.

4.3.2. Normativa aplicable

Pel disseny de l'equip generador de fred i la seva instal·lació es tenen en compte les següents reglamentacions de caire general:

- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementaries segons el Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, B.O.E. nº224 de data 18 de setembre de 2.002.
- Reglament de Instal·lacions Tèrmiques a Edificis segons el Reial Decret 1027/2007 del 20 de Juliol, B.O.E. núm. 207
- Normes UNE d'obligat compliment referents al RITE.

4.4. Resistències elèctriques

Com s'ha vist anteriorment en els diagrames psicomètrics, el sistema sempre necessita una aportació de calor. A l'estiu per post-escalfar i al hivern per escalfar. D'acord amb el disseny del funcionament del sistema s'escalfa l'aire en dues etapes. La primera etapa es realitza



dins del climatitzador amb una resistència principal. La segona etapa es produeix a cada zona a controlar després dels ventiladors secundaris.

Necessitats del sistema	Estiu	Hivern
Potència necessària	2,15 kW	10,282 kW

Taula 4.3 Necessitats de calor del sistema segons l'època de l'any

Segons les dades presentades a la taula 4.3 s'han definit dos tipus de resistència: principal i secundàries.

	Resistència principal	Resistència secundària
Potència elèctrica	10 kW	0,5 kW

Taula 4.4 Tipus i potència de les resistències

La resistència principal és de 10 kW tipus trifàsica marca Electricfor model Modul-bat MB10 amb xassís i tubs calefactor d'acer inoxidable, doble termòstat de seguretat (a 75°C i 110°C). Es troba situada dins del climatitzador després de la bateria de fred per poder realitzar correctament el post escalfament. Tracta tot el cabal d'aire del sistema i és controlada mitjançant un variador de tensió proporcional. Per veure més detalls consultar el capítol G de l'annex.

Les resistències secundàries són un total de 7, una per zona a controlar, de 0,5 kW de tipus monofàsica, marca Electricfor model BMC100, tubulars i controlades a través de variadors de tensió proporcional. Són fabricades en acer inoxidable tant el xassís com els elements calefactors i equipades amb 2 termòstats de seguretat (tarats a 85°C i 110°C). Es troben situades dins dels conductes d'impulsió després de cada ventilador secundari. Per veure més detalls consultar el capítol G de l'annex.

Per veure detalls sobre el control veure capítol 6.



4.5. Humidificador

L'humidificador té la funció d'aportar el vapor d'aigua necessari per a aconseguir les condicions de disseny (22 °C, 60% Hr). A l'època d'estiu no cal aportar humitat perquè l'aire exterior aporta un excés d'aigua, veure psicomètric estival Fig. 4.1.

Durant l'època hivernal és necessari aportar aigua al cabal d'aire exterior per elevar la humitat relativa fins al punt de consigna (60% Hr). Per a realitzar aquesta funció s'ha dissenyat un equip humidificador amb la capacitat suficient de producció de vapor pel cas més desfavorable (pitjors condicions al hivern i cabal d'aire màxim), consultar psicomètric hivern Fig. 4.2.

$$Q_{\text{vapor}} = (M_{\text{punt final}} - M_{\text{punt inicial}}) \times Q_{\text{aire}} \times \delta_{\text{aire}} \quad (\text{Eq. 4.4})$$

On

Q_{vapor} = quantitat de vapor necessària per realitzar el procés en g/h aigua

$M_{\text{punt final}}$ = quantitat d'aigua en l'aire interior en g aigua/kg aire sec

$M_{\text{punt inicial}}$ = quantitat d'aigua en l'aire exterior en g aigua/kg aire sec

Q_{aire} = cabal màxim d'entrada d'aire exterior al sistema en m³/h

δ_{aire} = densitat de l'aire en kg/m³ (mitjana 1,2 kg/m³)

$$Q_{\text{vapor}} = (10 - 3) \times 922 \times 1,2 = 7.744,8 \text{ g/h}$$

Si es compara aquest resultat amb el obtingut amb el programa de càlcul s'observa que ambdós coincideixen, veure capítol B.1 de l'annex.

El humidificador és de tipus llança de vapor per a conductes. L'equip injecta el vapor després del ventilador dins del climatitzador. L'altre paràmetre per triar el humidificador és el tipus de procés que utilitza per produir el vapor. Existeixen dues alternatives: resistències elèctriques i elèctrodes. S'ha triat un humidificador per resistències elèctriques encara que el seu cost és superior al d'un d'elèctrodes. Amb el humidificador de resistències no es depèn de la conductivitat de l'aigua d'aportació al equip i el seu manteniment és més senzill degut a la major durada de temps de vida de les resistències enfront als elèctrodes.



El humidificador és de la marca Carel de tipus resistències elèctriques, model UR010HL1 (model complet) que garanteix la precisió requerida segons especificacions del fabricant

Les característiques més destacables són:

- Producció de vapor màxima 10 kg/h
- Capacitat producció 10% fins 100% Hr
- Voltatge alimentació 3 x 400 V
- Potència elèctrica absorbida 7,5 kW
- Pes 25 kg
- Mides 365 x 275 x 710 mm



<p>Controlador Controlli amb possibilitat connexió a bus</p>	<p>Llança de vapor fabricada en acer inoxidable per a conductes</p>

Fig. 4.3 Accessoris necessaris pel correcte funcionament de l'equip humidificador

Per veure detalls sobre el control veure capítol 6 de la memòria i per consultar més dades tècniques veure capítol G de l'annex.



4.6. Equip climatitzador d'aire

L'equip climatitzador s'ha dissenyat per mòduls segons la funcionalitat de cadascun: mòdul de filtratge, mòdul de bateria de fred i resistència, mòdul de ventilador i mòdul de humidificació. També s'ha dissenyat un conducte de bypass per l'excés de cabal quan el sistema no requereixi tota l'aportació d'aire que es troba regulat conjuntament amb un variador de velocitat pel motor del ventilador. El climatitzador subministra l'aire tractat a un calaix tipus "plenum". A partir d'aquest calaix cada zona és alimentada segons la seva demanda a través dels ventiladors secundaris.

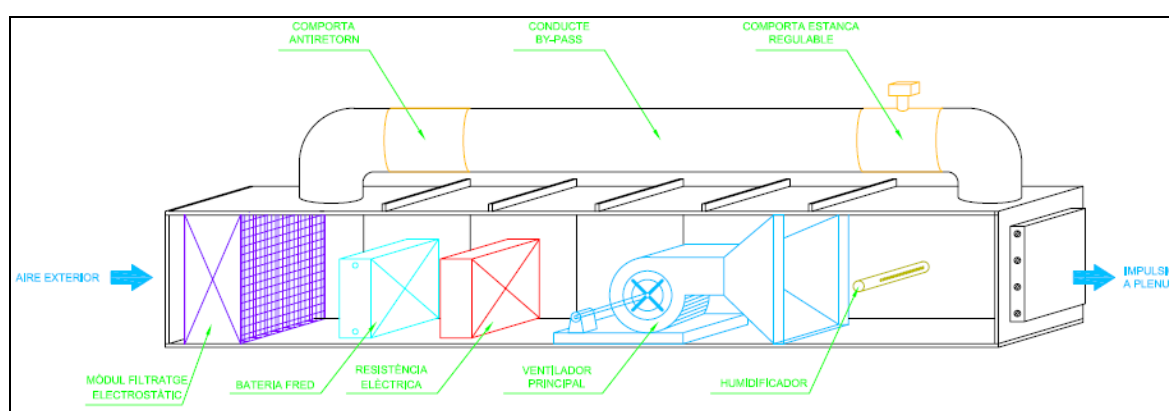


Fig. 4.4 Disseny de l'equip climatitzador del sistema

4.6.1. Mòdul de filtratge

Un dels paràmetres crítics del disseny és garantir la puresa de l'aire que s'introdueix al sistema. Per aquest motiu el primer mòdul del climatitzador es troba destinat a aquesta funció. Per garantir aquest paràmetre s'ha dissenyat un equip de filtratge en diferents fases dins del propi mòdul.

Filtre metàl·lic

Consisteix en un filtre en forma de malla fabricat en acer que captura per interferència i condensació la majoria de partícules sòlides i líquides transportades per l'aire.



Filtre de manta

És un filtre format per una manta no teixida EU3¹, amb un 84% d'eficàcia gravimètrica² per a partícules de grandària mitjana. Després d'aquest filtre s'han eliminat partícules de fins a 3 micres.

Filtre electrostàtic

Dispositiu captador de partícules basat en el principi de precipitació electrostàtica consistent en ionitzar positivament les partícules en suspensió a l'aire per després fer-les precipitar sobre unes plaques negatives. Aquest tipus de filtratge elimina partícules de fins a 0,01 micres. Per més detalls consultar capítol G de l'annex.

Filtre de carbó actiu

L'últim filtre del mòdul és el de carbó actiu. Aquest filtre desodoritza l'aire mitjançant partícules de carbó actiu. Aquest material té un gran poder adsorció d'olor. Per més detalls consultar la taula C.4 de l'annex.

4.6.2. Mòdul de bateria de fred/resistència

En aquest mòdul l'aire exterior és tractat tèrmicament. Durant l'època estival es refreda fins a 15 °C i és escalfat fins a prop dels 22 °C. Durant l'època hivernal s'escalfa fins als 22 °C, consultar figures 4.1 i 4.2

Pel procés de refredament s'utilitza una bateria d'aigua composta d'un xassís on es troben situats fileres de tubs de coure per on circularà aigua freda provinent de la planta refredadora. El cabal màxim d'aigua necessari és de 2.318,4 L/h, consultar càlculs al apartat B.3 de l'annex. La regulació de la potència frigorífica necessària a cada moment es realitza a través d'una vàlvula de 3 vies proporcional que regula el cabal d'aigua que circula per la bateria segons les necessitats del sistema. La vàlvula és de la marca Controlli model VMB 16 40 amb servomotor de control proporcional (0 -10 Vcc) model SH522.

¹ Eficàcia EU3 : Tipus de classificació del filtratge, EU3 correspon a eficàcia mitja $\geq 80\%$. Veure taula C.3 de l'annex.

² Gravimetria : Mètode analític quantitatiu que determina la quantitat de substància dissolta o en suspensió existent en una mostra.



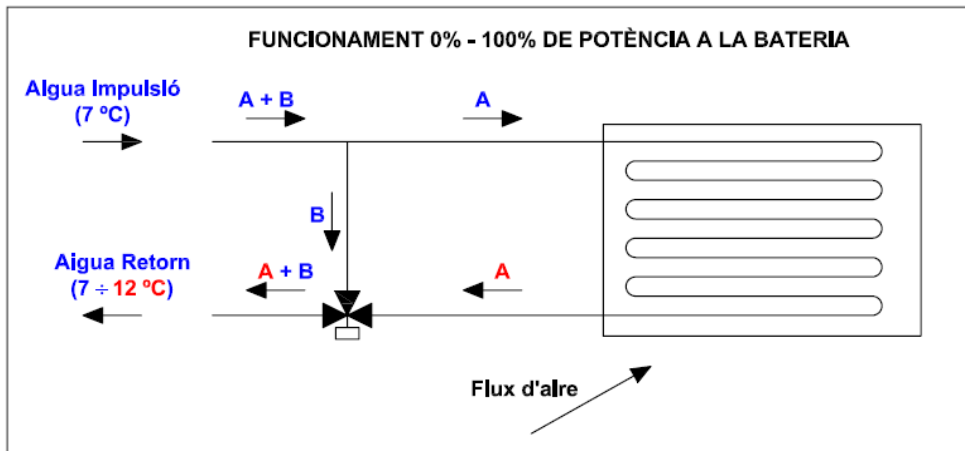


Fig. 4.5 Esquema de funcionament de la vàlvula de 3 vies proporcional amb una bateria d'aire

Amb la potència frigorífica i el cabal d'aigua es tria la bateria d'aigua més adequada. S'ha triat una bateria amb 10 files de tubs per a un cabal de 1000 m³/h segons especificacions del fabricant. Les bateries estandarditzades no arriben a la potència necessària pel cabal desitjat per tant es fabrica a mida, veure apartat G de l'annex.

Per veure els detalls de la resistència elèctrica consultar capítol 4.4 Resistències elèctriques.

4.6.3. Mòdul Ventilador

Les característiques de disseny pel mòdul ventilador són les de garantir un cabal màxim de 922 m³/h. Aquest ventilador és regulat mitjançant un variador de freqüència. El cabal mínim no es limita a les necessitats mínimes del sistema degut a que no es pot reduir la seva corba de funcionament per sota del 25%. Pels cabals petits és necessària l'actuació del conducte bypass.

Per la tria del ventilador a més del cabal cal especificar la pèrdua de càrrega que ha de vèncer el ventilador. Segons els càlculs, el ventilador ha de proporcionar en el cas més



desfavorable 52,223 mm. c.d.a. de pressió dinàmica³, consultar capítol B.4 de l'annex. Amb aquestes dades ha estat triat el ventilador de mitja pressió marca Sodeca model CB 1428-4T.

Les característiques més destacables són:

- Cabal màxim 2.800 m³/h
- Pressió màxima 75 mm. c.d.a.
- Voltatge alimentació 3 x 400 V
- Potència elèctrica absorbida 0,75 kW
- Pes 17,6 kg
- Mides 423 x 442 x 440 mm



4.6.4. Mòdul Humidificador

Aquest mòdul es troba format per la llançadora de vapor pròpia del equip humidificador, veure figura 4.3. Mitjançant el control del sistema de gestió es regula per a produir la quantitat de vapor necessària a cada instant per mantenir les condicions de disseny.

4.6.5. Conducció de bypass

La funció d'aquest conducte és aprofitar l'excés de cabal d'aire produït pel climatitzador quan el sistema té uns requeriments baixos. Degut a que el ventilador principal, regulat per un variador, no pot disminuir la seva zona de treball per sota del 25% s'utilitza aquest conducte de by-pass per retornar aire. Per controlar la seva activació i la quantitat d'aire retornat s'ha instal·lat una comporta estanca proporcional motoritzada controlada pel sistema de gestió. També s'ha instal·lat una comporta antiretorn per evitar filtracions de l'aire exterior cap al sistema.

³ Pressió dinàmica: Força per unitat de superfície provocada pel moviment de l'aire i es manifesta en el mateix sentit que aquest. Sempre és positiva.



Aquest conducte es troba fabricat en acer galvanitzat i té un diàmetre de 200 mm. que garanteix un retorn màxim de 500 m³/h. Per veure en detall el seu càlcul consultar capítol B.4 de l'annex.

4.6.6. Calaix “plenum”

La funció d'aquest calaix és la de tenir sempre disponible aire tractat per a subministrar a cada zona de treball. Les mides són les necessàries per tenir espai per a les 7 sortides secundàries. La sonda de pressió es troba en l'extrem oposat a l'entrada d'aire del climatitzador per garantir que la regulació de velocitat i el bypass funcionen correctament proporcionant 10 mm c.d.a. disponibles dins de tot el calaix.

4.7. Ventiladors secundaris

Els ventiladors secundaris garanteixen el cabal d'aire necessari a cada zona a tractar. S'han calculat els rangs de treball de cadascun.

Dependència	Volum (m ³)	Cabal mínim 1 renov/h (m ³ /h)	Cabal màxim 6 renov/h (m ³ /h)
Cabines Generals	18,75	18,75	112,5
Passadís General	34,595	34,595	207,57
Cabines Flush	5,5	5,5	33
Passadís Flush	8,9	8,9	53,4

Taula 4.5 Càlcul dels cabals segons les dependències del sistema

Els requeriments de cabals i pèrdues de carrega segons les zones determinen el tipus de ventilador secundari necessari.



Tram	Cabal Màxim (m ³ /h)	Pèrdua de Càrrega Màxima Impulsió (mm. c.d.a.)	Pèrdua de Càrrega Màxima Extracció (mm. c.d.a.)	Ventilador
Cabina General 1	112,5	2,86	4,57	LINEO 100Q
Cabina General 2	112,5	3,45	5,12	LINEO 100Q
Cabina General 3	112,5	3,83	5,3	LINEO 100Q
Cabina General 4	112,5	4,74	6,54	LINEO 100
Cabina General 5	112,5	5,41	7,29	LINEO 100
Passadís General	207,57	5,93	6,54	LINEO 125
Cabines Flush i Passadís	152,4	6,55	3,73	LINEO 125

Taula 4.6 Càlcul dels requeriments dels ventiladors secundaris, cabals màxims i pèrdua de càrrega màxima (conductes + difusors i reixes)

Les cabines Flush i el seu corresponent passadís tenen un volum individual massa petit per poder ser impulsat per un ventilador i controlat amb la precisió requerida, per tant són controlades de forma conjunta com una sola zona. S'ha dissenyat un ventilador d'impulsió i un d'extracció per cada zona, que són idèntics i són controlats pel mateix variador de freqüència per assegurar el cabal necessari a cada moment. Regulant correctament les comportes tant d'entrada com de sortida s'aconsegueix una mínima sobrepressió a les cabines d'assaig per evitar la contaminació olfactiva durant els experiments.

Els ventiladors triats són de la marca SODECA, models sèrie Lineo 100, 100Q i 125, veure detalls al capítol G.7 de l'annex.



4.8. Xarxa de conductes i canonades

4.8.1. Conductes

El disseny té 3 tipus de trams segons la seva funcionalitat: aspiració, impulsió i extracció. Tots els conductes són fabricats en acer galvanitzat recoberts exteriorment amb aïllament per evitar pèrdues energètiques i condensacions d'aigua.

- Tram d'aspiració: és el que es troba comprés entre la reixa d'aspiració al exterior fins a l'entrada del climatitzador. Es troba fabricat en conducte circular de 300 mm d'acer galvanitzat aïllat exteriorment amb espuma elastomèrica de 25 mm d'espessor.
- Trams d'impulsió: són els que es troben compresos entre el calaix del plenum i els diferents difusors. En total són 7 trams diferents i es troben fabricats en conducte circular de 80, 100 i 125 mm d'acer galvanitzat aïllat exteriorment amb espuma elastomèrica de 25 mm d'espessor.
- Trams d'extracció: són els que es troben compresos entre les reixes d'extracció i les reixes de sortida a l'exterior. En total són 7 trams diferents i es troben fabricats en conducte circular de 80, 100 i 125 mm d'acer galvanitzat aïllat exteriorment amb espuma elastomèrica de 25 mm d'espessor.

Els espessors de l'aïllament dels conductes és suficient per evitar que la pèrdua de potència frigorífica/calorífica no sigui superior al 4% de la potència transportada i suficient per evitar condensacions d'aigua.

Per més detalls consultar els càlculs en l'annex B, plànols en l'annex D i la documentació tècnica en l'annex F.

4.8.2. Canonades d'aigua

La instal·lació té dos trams de canonades d'aigua: circuit d'aigua refrigerada i l'alimentació del humidificador

- Circuit d'aigua refrigerada: és el circuit que uneix la planta refredadora amb el climatitzador. Es troba fabricada en polipropilè diàmetre 40 mm amb aïllament exterior elastomèric de 20 mm d'espessor recobert amb una capa d'alumini exterior per evitar les condensacions d'aigua. El sistema d'omplerta es realitza amb aigua de xarxa a través d'una canonada de coure de 15 mm amb filtre i comptador per avaluar la quantitat d'aigua que s'introdueix.



- L'alimentació del humidificador es realitza amb canonada de coure de 15 mm de diàmetre amb un filtre per eliminar les possibles partícules arrossegades per l'aigua de xarxa.

Per més detalls consultar els càlculs en l'annex B, plànols en l'annex C i la documentació tècnica en l'annex F.

4.9. Comportes

Existeixen 3 tipus de comportes a la instal·lació: estanques motoritzades, tallafocs i antiretorn.

4.9.1. Comportes estanques motoritzades

Es troben regulades mitjançant un servomotor d'acció proporcional. Són de tipus estanc per a permetre la màxima hermeticitat quan el sistema necessita deixar un tram en posició "off". La regulació dels servomotor es troba comandada amb una senyal 0 -10 Vcc / 4 -20 mA. Les comportes de regulació són de la marca MADEL, models SCC-MO, de mides 100 i 125 segons el conducte on es troben instal·lades.

4.9.2. Comportes tallafocs

Es troben intercalades en els conductes quan aquests travessen sectors d'incendis diferents. Són totalment autònomes mitjançant fusibles tèrmics i la seva funció és la de tancar el conducte en cas d'incendi. És obligatori el seu ús a la ventilació i climatització segons Reglament de seguretat contra incendis en els establiments industrials aprovat en el Reial Decret 2267/2004, del 3 de desembre. BOE núm. 303 del 17 de desembre. Les comportes tallafocs són de la marca AVC model CR2+CFTH amb fusible tèrmic incorporat.

4.9.3. Comporta antiretorn

Es troba en el conducte de bypass i la seva funció és la de garantir que el flux d'aire circula en el sentit correcte. D'aquesta manera s'evita que l'aire exterior contamine la zona de treball.

4.10. Difusors i reixes

La funció dels elements difusors i reixes és garantir el pas del cabal d'aire amb les condicions que necessita el sistema. La distribució de l'aire dins les cabines depèn del seu disseny.



4.10.1. Difusors

La funció principal dels difusors és introduir l'aire tractat en les condicions adequades dins dels diferents espais. Realitzen la distribució de l'aire tractat de forma homogènia garantint que es compleixen les renovacions/hora a tot el volum de l'espai. S'han dissenyat elements difusors fora dels estàndards habituals per a poder realitzar aquesta tasca. Gràcies a la seva forma tipus "pinya" i els petits forats de pas d'aire per tota la seva superfície s'aconsegueix, per efecte venturi⁴, un escombrat de tot l'aire de les diferents cabines i passadissos. Els difusors es troben situats al centres dels sostres dels espais. El material de fabricació és acer inoxidable per evitar contaminacions olfactivas a les proves. Per veure més detalls consultar apartats B.7 i plànols D a l'annex.

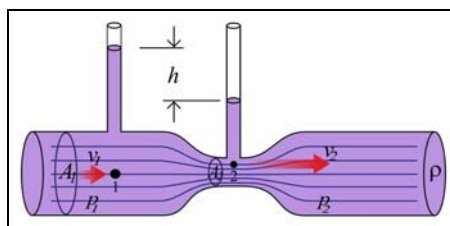
4.10.2. Reixes d'extracció

La funció de les reixes d'extracció és garantir el pas de l'aire que s'extreu dels espais tractats. Es troben fabricades en acer inoxidable, formades per un marc i tot un seguit de lames orientades a 45°. Les reixes d'extracció són de la marca AVC model ER-A de mides 200 x 100 mm.

4.10.3. Reixes exteriors

Les reixes exteriors tenen la funció de donar protecció mecànica a l'entrada i sortida dels conductes del sistema per evitar la introducció d'elements sòlids. Es troben formades per un entramat quadriculat de 12,7 x 12,7 mm fabricat en alumini laminat que deixa lliure el pas de l'aire.

⁴ Efecte Venturi: consisteix en la disminució de la pressió d'un fluid al travessar una zona de secció menor a la vegada que la seva velocitat augmenta. S'explica gràcies al principi de Bernoulli.



5. Disseny de la instal·lació elèctrica

5.1. Descripció de la instal·lació elèctrica

La instal·lació elèctrica es troba formada pels següents elements: quadre elèctric de potència, quadre elèctric de control, bateria de condensadors, pantalles fluorescents, interruptors, conductors elèctrics i canalitzacions. El quadre general de baixa tensió situat a la planta baixa dona servei al quadre elèctric de potència de la instal·lació de les cabines. Aquest quadre es troba situat a la planta terrat conjuntament amb la bateria de condensadors. El quadre de control es troba situat prop del climatitzador. La distribució es realitza mitjançant canal metàl·lica de mides 100 x 60 mm i tub lliure d'al·lògens de 32 i 25 mm de diàmetre per falç sostre fins a cada receptor. Per més detalls consultar el plànol D.4.1 a l'annex.

La instal·lació elèctrica compleix una sèrie de requisits per tal d'aconseguir els objectius del disseny:

- La caiguda de tensió màxima admissible en el dimensionat de conductors és del 3% pels circuits d'enllumenat i del 5% pels de força motriu. Aquesta caiguda de tensió s'entén des del interruptor de Baixa Tensió del quadre General de Baixa Tensió, fins als extrems dels circuits considerats en el càlcul.
- En tota la instal·lació s'aconsegueix el màxim equilibri de càrregues que suportin les diferents fases, subdividint-se de manera que les pertorbacions originades per avaries que es poguessin produir en qualsevol punt de la mateixa, afectessin a un mínim de parts de la instal·lació. Aquesta subdivisió té també com a finalitat permetre la localització d'avaries i facilitar el control d'aïllament de la instal·lació, tenint en compte les funcions de seguretat i protecció.
- Els harmònics provocats pels consums del sistema són filtrats per no pertorbar la resta de instal·lacions elèctriques i no sobrecarregar el neutre amb intensitats no desitjades.
- La potència reactiva es troba minimitzada per evitar sobreintensitats que escalfin el cablejat i aconseguir una reducció del cost de l'explotació de la instal·lació, en termes de penalitzacions per consum d'energia reactiva.

Tots els empalmaments han estat realitzats al interior de caixes de superfície mitjançant elements connectors que assegurin una perfecta connexió sense danys per al conductor. Són fàcilment accessibles amb una sola utilització d'una escala portàtil o similar.



Els punts de la instal·lació amb possibilitat d'entrar en contacte amb aigua es troben realitzats amb una connexió equipotencial i a terra de totes les parts metàl·liques no actives. S'han connectat a terra totes les carcasses metàl·liques de les màquines, els armaris metàl·lics amb elements elèctrics, i en general totes les parts metàl·liques no actives.

5.2. Càrregues elèctriques

Per al correcte dimensionat de la instal·lació elèctrica s'han considerat totes les càrregues elèctriques que són alimentades pel quadre de potència.

Element	Nombre	Potència elèctrica (W)
Planta refredadora	1	8.770
Equip humidificador	1	7.500
Resistència elèctrica principal	1	10.000
Resistència elèctrica secundària	7	3.500
Mòdul filtratge	1	50
Ventilador principal	1	750
Ventiladors secundaris	14	314
Pantalles fluorescents	20	1.740
Enllumenat d'emergència	3	24
Servomotors i elements de camp	-	200
Total		32.848

Taula 5.1 Càrregues elèctriques màximes existents a la instal·lació segons els diferents fabricants.

Ha estat considerat el cas més desfavorable pel càlcul amb els consums elèctrics màxims. Per consultar més detalls veure capítol G de l'annex.

El total de potència elèctrica absorbida per la instal·lació és de 32,85 KW considerant un factor de simultaneïtat de 1. Les línies i proteccions elèctriques han estat dissenyades d'acord amb aquesta potència.



5.2.1. Enllumenat

La instal·lació corresponen a l'enllumenat es troba formada pels següents elements: pantalles fluorescents, equips autònoms d'enllumenat d'emergència i interruptor bipolars. Els criteris seguits a l'hora de dissenyar-la han estat els següents:

- Aconseguir un grau de il·luminació adequat pels treballs que s'hi realitzaran al interior de les cabines. Com a referència s'ha seguit el criteri establert al RD 486/1997 i normes UNE 72163:84 i 72112:85 sobre disposicions mínimes de seguretat i salut als llocs de treball i que indica per a un laboratori un nivell de il·luminació de 500 lux.
- Aconseguir el màxim equilibri de càrregues que suportin les diferents fases, subdividint-se de manera que les perturbacions originades per avaries que es poguessin produir en qualsevol punt de la mateixa, afectin a un mínim de parts de la instal·lació.
- Evitar perturbacions olfactives durant els experiments.

L'enllumenat del sistema es subdivideix en cinc circuits elèctrics: subcabines petites, subcabines grans, passadís cabines generals, cabines flush i passadís i enllumenat emergència. El circuit d'enllumenat es troba alimentat de forma independent a la resta seguint la ITC-RT-44 del REBT corresponent als receptors d'enllumenat. La potència elèctrica d'enllumenat es reparteix entre les 3 fases per evitar desequilibris. S'ha dissenyat un encesa independent per a cada subcabina i passadís mitjançant mecanismes interruptors de 16A d'intensitat nominal.

Les pantalles fluorescents són de tipus estanc per evitar possibles contaminacions olfactives durant els experiments a les cabines. Les llumeneres són de la marca Philips, model Pacific TCW216 1xTLD58W/840 EI. Es troben formades per un tub fluorescent de 58W, color 840 (corresponent a llum blanca) i una reactància electrònica. Les avantatges d'aquesta reactància són una major duració del tub fluorescent gracies a la disminució del pic de tensió a l'encesa, menor escalfament de l'equip i cablejat que en les reactàncies estàndard (nucli de ferro). Conjuntament amb l'equip s'ha instal·lat l'accessori del fabricant consistent en un condensador en paral·lel per aconseguir un factor de potència proper a la unitat.

Els equips d'enllumenat d'emergència es troben situats dins dels passadissos. Garanteixen la il·luminació del camí de sortida en cas de tall del subministrament elèctric. Es troben alimentats per un circuit elèctric independent a la resta del enllumenat. Cada equip posseeix una bateria capaç de funcionar durant 1 hora de forma autònoma. Els equips són de la marca Daisalux, model Nova N5 de superfície, amb 8 W de potència elèctrica.



Per més detalls consultar plànol D.4.1 a l'annex.

5.3. Potència reactiva

La potència reactiva apareix en les instal·lacions degut a l'existència de bobines o condensadors. Típicament es solen trobar en motors i en les reactàncies de l'enllumenat. L'efecte que produeix la aparició de la potència reactiva és un augment de la intensitat que circula pel cablejat. Això provoca una reducció de la capacitat de transport d'energia dels conductors i un sobreescalfament innecessari que pot produir avaries. Un altre efecte no desitjat és la penalització econòmica que s'aplica segons la normativa vigent en consumir energia reactiva. A les empreses subministradores d'energia elèctrica els hi suposa una despesa aquesta energia que es tradueix en penalitzacions per al consumidor final que poden arribar a ser elevades.

Per evitar els problemes descrits s'ha inclòs en el disseny de la instal·lació una bateria automàtica de condensadors per compensar la potència reactiva consumida de tipus inductiu. S'ha triat una bateria que es regula automàticament degut a que el consum del sistema és molt variable i els elements que consumeixen la potència reactiva a compensar no sempre es troben en marxa o al 100% del consum. Amb aquesta solució el sistema es compensa segons la demanda que té a cada moment, inclòs funcionant a ple rendiment. La potència reactiva màxima és de 10,8 kVAR segons les dades dels diferents fabricants dels equips, per conèixer en detall aquests càlculs veure l'apartat B.7 de l'annex.

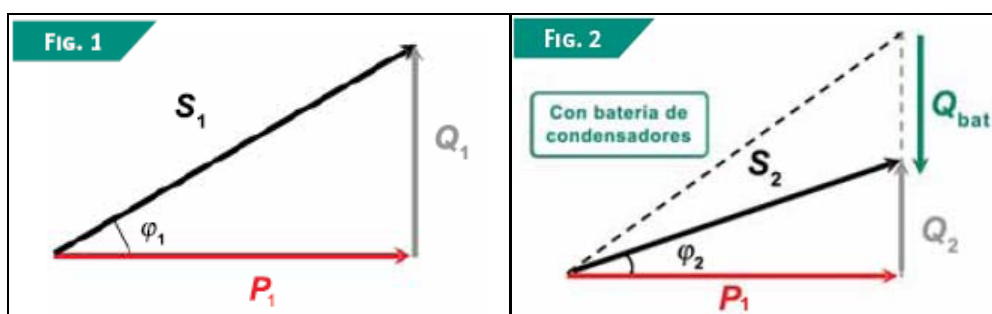


Fig. 5.1 Efecte de la compensació de potència reactiva mitjançant una bateria de condensadors

Per a la compensació d'energia reactiva s'ha triat una bateria de condensadors automàtica de la marca CIRCUTOR model EUB-3-10-400.



Les característiques més destacables són:

- Potència 10 kVAr
- Composició 3 x 3,33 kVar
- Voltatge alimentació 3 x 400 V
- Intensitat absorbida 14,5 A
- Pes 29 kg
- Mides 290 x 464 x 170 mm



5.4. Desequilibri entre fases

El desequilibri entre fases és un dels efectes a eliminar de la instal·lació. Es produeix al tenir consums diferents a les tres fases i provoca l'aparició de corrents pel neutre de la instal·lació. En un sistema equilibrat la corrent del neutre serà nul·la. Un dels objectius del projecte és evitar les pertorbacions que el sistema origini a la resta de la instal·lació. Seguint aquest objectiu s'ha dissenyat la instal·lació elèctrica de manera que minimitza el possible desequilibri entre les fases mitjançant la distribució de les càrregues elèctriques monofàsiques. Aquesta distribució es pot veure a l'esquema elèctric D.4.2 a l'annex.

Per quantificar aquest desequilibri s'ha considerat el sistema treballant a ple rendiment (consum nominal de tots els elements). A partir d'aquests consums s'extreu en % el desequilibri existent obtenint com a resultat un 1,36 %. Com a criteri s'ha establert que no es desitja un desequilibri superior al 10% degut a les corrents de neutre que provocaria. Per conèixer en detall aquests càlculs consultar l'apartat B.8 de l'annex.

5.5. Caiguda de tensió

Per al correcte funcionament del sistema és necessari minimitzar la caiguda de tensió dels equips de regulació per tal d'assegurar la seva funcionalitat. Una tensió excessivament per sota de 230 V en línies monofàsiques i 400 V en línies trifàsiques suposa un funcionament anormal en els elements de regulació i per tant un incorrecte funcionament del sistema: cabals d'aire inadequats, aportació de calor per resistències insuficient i funcionament anormal dels automats de control.



La caiguda de tensió màxima admissible en el dimensionat de conductors és del 3% pels circuits d'enllumenat i del 5% pels de força motriu segons Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió i Instruccions Tècniques Complementaries, Reial Decret 842/2002.

$$e_T = L \times \frac{P}{C \times A \times V} \quad (\text{Eq. 5.1})$$

$$e_M = L \times \frac{2 \times P}{C \times A \times V} \quad (\text{Eq. 5.2})$$

On

e = Caiguda de tensió en volts (e_T circuit trifàsic, e_M circuit monofàsic)

V = Tensió en volts

P = Potència en watts del circuit

A = Secció del conductor en mm^2

C = Conductivitat (Cu = 56, Al = 35 Ohms)

L = Longitud en metres del circuit

La secció triada per a cada circuit compleix els requisits de caiguda de tensió màxima admissible garantint el correcte funcionament dels equips de la instal·lació, en especial la part de control. Per veure en detall aquests càlculs consultar apartat B.10 Càlcul de caiguda de tensió a l'annex.

5.6. Harmònics

Les càrregues no lineals presents a la instal·lació absorbeixen de la xarxa corrents periòdiques no sinusoidals. Aquestes corrents es troben formades per una component fonamental de freqüència 50 Hz (com la xarxa) i una sèrie de corrents sobreposades de freqüència múltiple de la fonamental que s'anomenen harmònics.



El resultat és una deformació del corrent i com a conseqüència de la tensió que provoca una sèrie d'efectes no desitjats: corrents pel neutre, sobreescalfament dels conductors, interferències d'alta freqüència en equips electrònics i actuació d'interruptors diferencials.

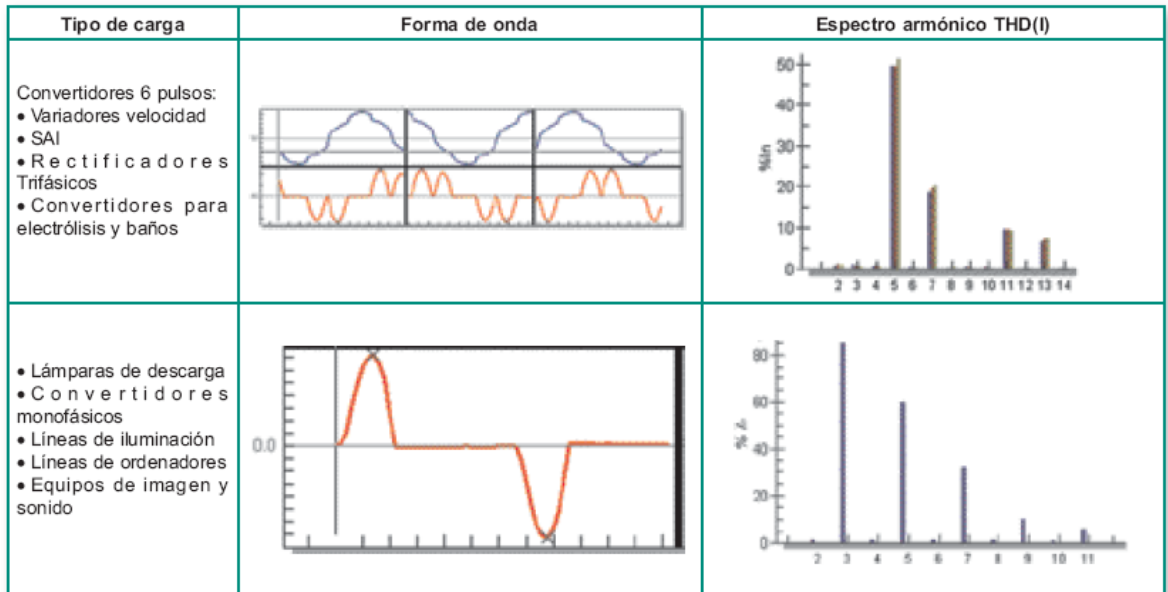


Fig. 5.2 Exemple de tipus d'harmònics i les seves causes

$$THD(\%)V = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1} \times 100 \tag{Eq. 5.3}$$

$$THD(\%)I = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} I_n^2}}{I_1} \times 100 \tag{Eq. 5.4}$$

On

THD(%) taxa de distorsió harmònica en %

V_1 valor eficaç de la component fonamental de voltatge

V_n valor eficaç de la component n de voltatge



I_1 valor eficaç de la component fonamental de corrent

I_n valor eficaç de la component n de corrent

Els elements del disseny que provoquen harmònics són els variadors de freqüència i les reactàncies electròniques de les pantalles fluorescents. Per minimitzar el seu efecte els variadors de freqüència incorporen un filtre específic per a cada model. D'aquesta manera es filtraran a l'origen els harmònics produïts per la seva activitat. Per evitar els efectes dels harmònics produïts per les reactàncies electròniques de les pantalles fluorescents han estat instal·lats diferencials de tipus superimmunitzat. Aquest tipus d'interruptor es troba dissenyat específicament per evitar que les falses fuites de corrents puguin fer actuar incorrectament les proteccions de cada circuit.

5.7. Alternativa de disseny

En els apartats anteriors es mostra la solució als efectes perjudicials elèctrics presents a la instal·lació. Existeixen alternatives per a solucionar aquests efectes una de les quals és la instal·lació abans del quadre de potència d'un filtre capaç de filtrar els harmònics, compensar la potència reactiva absorbida i equilibrar el consum de les tres fases.

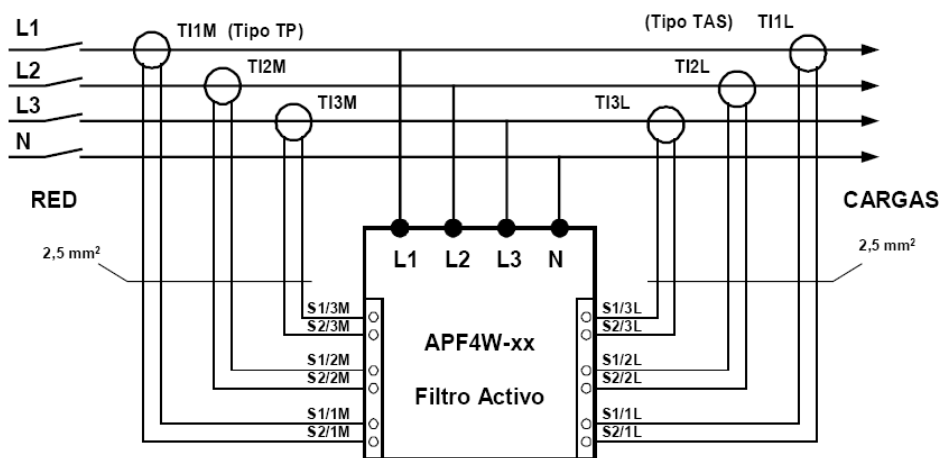


Fig. 5.3 Esquema de connexió dels filtres actius APF4W de la marca CIRCUTOR

El model de filtre actiu és APF4W 66/90 capaç de compensar fins a 66 A per fase i 90 A pel neutre. Les avantatges de la utilització d'aquest equip són assegurar una compensació correcta de les 3 fases, filtratge d'harmònics de tot el sistema i compensació de la potència reactiva independentment del que succeeixi aigües avall del equip.



Des del punt de vista de la resta de instal·lacions que existeixen a l'edifici, el sistema es comportarà de forma pràcticament ideal.

Paràmetres	Opció 1: Bateria condensadors + filtres harmònics individuals	Opció 2: Filtre actiu APF4W
Potència reactiva	Compensada, $\cos\Phi \approx 1$	Compensada, $\cos\Phi \approx 1$
Desequilibri entre fases	$\approx 1\%$ (Instal·lació a ple rendiment)	$\approx 0\%$ (en tots el casos)
Harmònics	Filtrats (Procedents variadors) No filtrats (Procedents de les reactàncies)	Tots filtrats
Interruptors diferencials SI	Sí	Sí
Cost	1.144,49 €	29.957,33 €

Taula 5.2 Comparativa entre la solució emprada per a la instal·lació elèctrica i l'alternativa de disseny segons diferents paràmetres valorats

Després de l'anàlisi dels diferents paràmetres que apareixen a la Taula 5.2 ha estat triada l'opció 1 corresponent a la instal·lació d'una bateria de condensadors i filtres d'harmònics individuals per a cada variador de freqüència. La compensació dels efectes no desitjats realitzada mitjançant l'opció 2 és més efectiva però el seu cost és molt més elevat. Amb la opció 1 s'obté una compensació/filtratge que garanteix el correcte funcionament del sistema amb un cost més reduït.

5.8. Dimensionat del cablejat i proteccions

El dimensionat del cablejat ha estat realitzat seguint els següents criteris i normes vigents:



- Reglament electrotècnic de baixa tensió i instruccions tècniques complementàries segons R.D. 842/2002 publicat al BOE amb data 18/09/02. De manera específica: ITC-BT-18 posta a terra, ITC-BT-19 instal·lacions interiors o receptores, ITC-BT- 44 receptors d'enllumenat i ITC-BT - 47 Motors.
- La secció mínima utilitzada correspon a 2,5 mm² per a circuits d'enllumenat i força motriu.
- La caiguda de tensió màxima admissible en el dimensionat de conductors és del 3% pels circuits d'enllumenat i del 5% pels de força motriu. Aquesta caiguda de tensió s'entén des del interruptor de Baixa Tensió del quadre General de Baixa Tensió, fins als extrems dels circuits considerats en el càlcul

Tot el cablejat de la instal·lació és del tipus RZ1-K de tensió assignada 0,6/1 kV amb conductor de coure classe 5 (-K), aïllament de polietilè reticulat (R) i coberta de compost termoplàstic a base de poliolfina amb baixa emissió de fums i gasos corrosius (Z1), segons norma UNE 21123-4.

Existeixen tres tipus de protecció que compleix la instal·lació elèctrica: contra sobreintensitats, contra contactes indirectes i contra contactes directes.

5.8.1. Sobreintensitats

Tots els circuits principals, així com les seves derivacions, es troben protegides contra sobreintensitats perjudicials per als conductors, amb elements automàtics d'adequat poder de ruptura, que assegurin una bona selectivitat de circuits tal com s'indica a l'esquema elèctric D.4.2 a l'annex.

La instal·lació es troba protegida contra la sobreintensitat deguda a un excés de consum i la produïda per un curtcircuit.

5.8.2. Contactes indirectes

Es disposen de relès diferencials amb sensibilitat de 30 mA per als circuits d'enllumenat i 300 mA per als de força motriu.

Les parts metàl·liques no actives de la instal·lació elèctrica, així com totes les canonades i estructures metàl·liques es connectaran equipotencialment a una terra que satisfaci la instrucció ITC-BT-18.



5.8.3. Contactes directes

Les parts actives de la instal·lació es disposen a una distància tal del lloc de trànsit o estada de les persones de manera que sigui impossible un contacte fortuït amb les mans o altres òrgans corporals, ni els objectes conductors que es manipulen, disposant-se si és necessari, obstacles que impedeixin el contacte accidental.

Per conèixer més detalls consultar plànol D.4.2 i apartat B.9 a l'annex.

5.9. Quadres elèctrics

A la instal·lació existeixen 2 quadres elèctrics: potència i control.

5.9.1. Quadre de potència

La funció del quadre de potència és la de reunir totes les proteccions necessàries per als diferents circuits elèctrics. Consta d'un interruptor general alimentat des de el quadre general de baixa tensió existent a l'edifici, un repartidor per facilitar el cablejat, un conjunt de borns d'entrada i sortida i totes les proteccions magnetotèrmiques i diferencials necessàries per a protegir els diferents circuits de la instal·lació i contactes auxiliars per visualitzar a través del control l'estat dels diferents circuits.

Els quadre de potència es troba a una sala al terrat anomenada "sala elèctrica". Les distàncies amb els equips sempre són inferiors a 30 m facilitant caigudes de tensió baixes.

El quadre és de tipus metàl·lic de la marca Himel model CRN-86/250 de mides 800 x 600 x 250 mm. La mida del quadre es troba calculada per un 25% més de la grandària del conjunt de tots el elements existents en previsió de futures ampliacions. Tot el cablejat interior del quadre es troba realitzat sota canal. El quadre conté un analitzador de la marca CIRCUTOR model CVM 144-ITF amb display que mesura el veritable valor eficaç, energia i THD de voltatge i corrent. Incorpora un port de comunicació que es troba connectat al PC de gestió de la instal·lació per enregistrar i visualitzar addicionalment aquests paràmetres elèctrics als registres de la instal·lació de climatització.

5.9.2. Quadre de control

La funció del quadre de control és la de reunir tots els elements de control que no són elements de camp: variadors de freqüència, filtres harmònics, variadors de tensió, automats programables, un transformador per alimentar elements a 24 V en corrent alterna i una font d'alimentació per alimentar elements a 24 V en corrent continua..



El quadre de control es troba situat al passadís del climatitzador, a poca distància dels ventiladors per garantir un correcte funcionament dels variadors (sensibles a la distància).

El quadre és de tipus metàl·lic de la marca Himel model CRN-88/300 de mides 800 x 800 x 300 mm. La capacitat del quadre permet possibles futures ampliacions del sistema en estar dimensionat un 25% més gran que els requeriments. Degut a la natura dels elements que conté, també ha estat inclòs un kit de ventilació forçada per a quadres HIMEL per a dissipar el calor produït pels diferents variadors.

ELEMENT	Nº	ELEMENT	Nº
Interruptor magnetotèrmic de 64 A, 4 pols, corba C	1	Interruptor magnetotèrmic de 10 A, 2 pols, corba C	4
Repartidor modulars de 4 pols i 100 A	1	Interruptor magnetotèrmic de 20 A, 3 pols, corba C	2
Interruptor diferencial de 40 A, 300 mA de sensibilitat 4 pols	1	Interruptor magnetotèrmic de 25 A, 4 pols, corba C	1
Interruptor vigi de 40 A, 300 mA de sensibilitat 3 pols	1	Interruptor magnetotèrmic de 16 A, 3 pols, corba C	1
Interruptor diferencial de 25 A, 300 mA de sensibilitat 4 pols	1	Interruptor magnetotèrmic de 6 A, 2 pols, corba C	9
Interruptor vigi de 25 A, 300 mA de sensibilitat 3 pols	1	Interruptor magnetotèrmic de 16 A, 4 pols, corba C	1
Interruptor vigi de 25 A, 30 mA de sensibilitat 3 pols SI	1	Disjuntor magnetotèrmic regulable 1,6 ÷ 2,5 A	1
Interruptor diferencial de 25 A, 300 mA de sensibilitat 2 pols	1	Disjuntor magnetotèrmic regulable 0,1 ÷ 0,16 A	3
Interruptor diferencial de 25 A, 30 mA de sensibilitat 2 pols SI	7	Disjuntor magnetotèrmic regulable 0,16 ÷ 0,25 A	2
Interruptor diferencial de 40 A, 30 mA de sensibilitat 4 pols SI	2	Disjuntor magnetotèrmic regulable 0,25 ÷ 0,4 A	2
Interruptor diferencial de 25 A, 30 mA de sensibilitat 2 pols	1	Analitzador CVM 144-ITF	1

Taula 5.3 Components del quadre de potència

A la porta del quadre de control s'hi troben selectors automàtic-0-manual i potenciòmetres que comanden els variadors de tensió, freqüència i servomotors per a poder maniobrar el sistema de forma manual si fos necessari (per exemple en cas d'avaría del sistema de gestió).



Tots els circuits i elements de control dels quadres es troben correctament identificats dins dels quadres amb una retolació clara i ben definida. D'aquesta manera davant de qualsevol intervenció o avaria es pot localitzar fàcilment el circuit afectat.

Sobre els quadres han estat col·locats etiquetes o grafismes que indiquen nom complet, adreça i telèfon del instal·lador que ha efectuat la instal·lació, així com la data en què es va realitzar, d'acord amb la **ITC-BT-26** apartat 5 del REBT.

Per conèixer més detalls consultar esquema D.4.2 a l'annex.



6. Disseny de la instal·lació de control

6.1. Descripció de la instal·lació de control

La instal·lació de control té com a funció la de garantir la correcta regulació dels diferents equips presents al sistema. Serveix d'enllaç entre l'usuari final i el sistema. Es distingeixen cinc nivells dins de la instal·lació de control. El més baix és el format pel propi sistema a controlar. Inclou tots els elements a controlar com la planta refredadora, ventiladors, comportes motoritzades i d'altres components motoritzats. En el següent nivell es troben els actuadors i receptors distribuïts per tot el sistema, s'anomena nivell d'elements de camp. El nivell immediatament superior és el format pels autòmats de control, encarregats de rebre, gestionar i enviar les senyals als elements de camp, s'anomena nivell d'elements de control. El nivell superior es troba integrat per la gestió de tot el sistema i s'anomena nivell de gestió. Aquesta gestió la realitza un programa de control instal·lat a un ordinador del qual l'usuari podrà visualitzar i modificar les consignes que cregui oportunes per al funcionament de les cabines. I finalment el darrer nivell es troba format pel propi usuari que serà l'encarregat de fixar totes les consignes segons el seu criteri per tal de realitzar les proves.

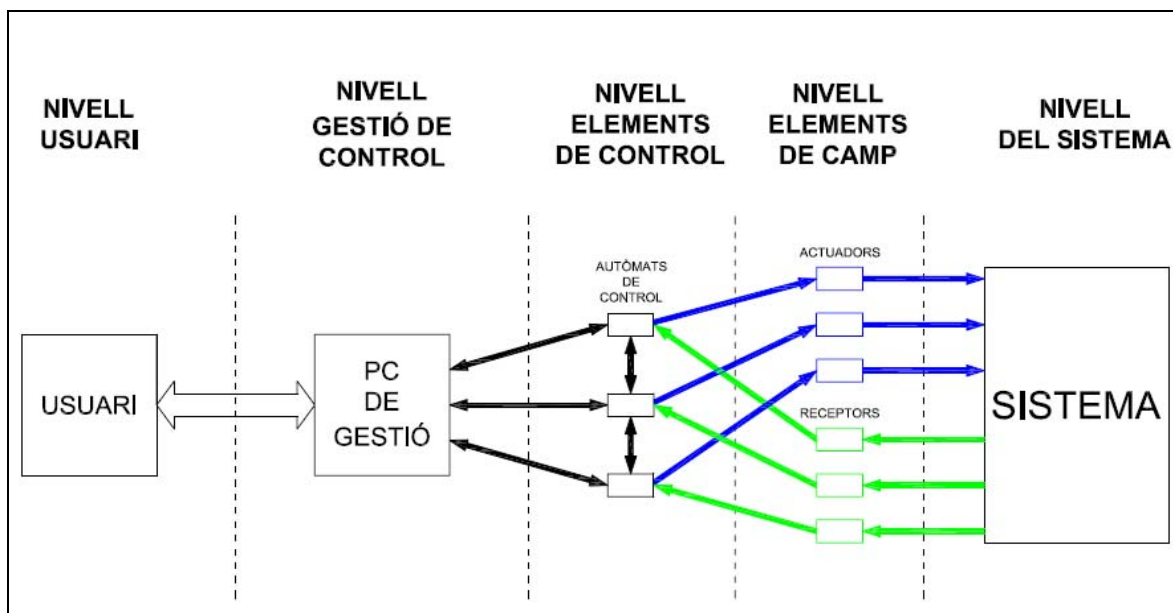


Fig. 6.1 Esquema de funcionament de la instal·lació de control



6.2. Nivell de sistema

El nivell del sistema es troba format per tots els elements existents a la instal·lació que poden ser manipulats per tal de variar les condicions de treball de les cabines.

Element	Nº	Control incorporat
Planta refredadora	1	SI
Humidificador	1	SI
Vàlvula de 3 vies	1	NO
Resistència principal	1	NO
Resistències secundàries	7	NO
Ventilador principal	1	NO
Ventilador secundari	14	NO
Comporta estanca motoritzada	15	NO

Taula 6.1 Elements del nivell de sistema regulables

Alguns dels elements referits a la Taula 6.1 incorporen el seu sistema de regulació propi, per tant no els hi cal un actuator; directament un element de control envia una senyal 0..10 Vcc o 4..20 mA de consigna. Aquests equips també mostren el seu estat a partir de sortides digitals que són recollides pels elements de control i plasmades al ordinador. Per conèixer més detalls sobre aquests equips veure capítol G de l'annex.

6.3. Nivell d'elements de camp

El nivell d'elements de camp compren tots els actuadors i receptors existents al sistema.

S'entén per actuator l'element que rep una consigna en forma de senyal i executa una acció sobre algun equip de la instal·lació per variar el seu comportament.

Un receptor és l'element que recull informació del sistema i el tradueix en forma de senyal cap als elements de control per tal de regular el sistema.

6.3.1. Servomotors de comportes d'aire

Les comportes estanques motoritzades són a banda d'un element de climatització, un element de camp. En el sistema existeixen 15 de les quals 7 es troben en els conductes d'impulsió de les cabines, 7 més als conductes d'extracció i una al conducte de bypass del



propi climatitzador. Cada comporta es troba equipada amb un motor de regulació proporcional de la marca Controlli model DNN 1,2N. Aquest servomotor, alimentat a 24 Vac, es troba comandat per una senyal de control del tipus 0..10 Vcc. La senyal de control prové de l'element de control destinat i programat amb la regulació que correspongui per a cada comporta.

Les comportes dels conductes d'impulsió asseguraran la posició off de cada cabina quan el usuari així ho indiqui. A més de forma complementaria podran tancar el pas d'aire si el variador del ventilador secundari no pot subministrar un cabal suficientment baix. Les comportes dels conductes d'extracció sempre es troben a la mateixa posició que les de impulsió però decalades un 20% per garantir una mínima sobrepressió a les cabines. D'aquesta manera evitem filtracions d'aire contaminat de fora de les cabines.

El servomotor de la comporta d'aire corresponent al bypass és regulat per l'element de control quan la demanda de cabal del sistema sigui prou petita com per a que el variador del ventilador principal arribi al 50% de velocitat. En aquest punt la velocitat del ventilador queda fixada en aquesta posició i comença a obrir la comporta per recircular l'excés de cabal produït. L'element que determina quina és la demanda del sistema és la sonda de pressió instal·lada al calaix plenum.

6.3.2. Servomotor de la vàlvula de 3 vies

El servomotor de la vàlvula de 3 vies és un actuator que determina la posició d'aquesta vàlvula. Es tracta d'un motor que és regulat de forma proporcional mitjançant una senyal del tipus 0 .. 10 Vcc subministrada per un element de control. El servomotor és de la marca Controlli model SH 522. Aquest element només és necessari a l'època estival o quan la temperatura de l'aire exterior és superior a la desitjada a les cabines (veure Fig. 4.1 Diagrama psicomètric del procés durant estiu). En funció de la temperatura i la humitat llegida a les sondes situades al calaix plenum, l'element de control obrirà o tancarà el pas de la vàlvula aconseguint variar el flux d'aigua freda que passa a través de la bateria de fred del climatitzador.

6.3.3. Variador de tensió

El variador de tensió és un actuator que serveix per a regular la intensitat que circula a través de la resistència. Tant la resistència principal com les resistències secundaries es troben alimentades elèctricament a traves d'un variador de tensió. Cadascun d'aquest variadors es comandat mitjançant una senyal de control del tipus 0..10 Vcc que determinarà de manera proporcional la tensió que ha d'aplicar-se a la resistència que alimenta i per tant la potència calorífica que genera.



$$P = V \times I = V \times \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R} \quad (\text{Eq. 6.1})$$

On

P = potència elèctrica i calorífica en w

V = voltatge en els extrems de la resistència en volts

I = intensitat que circula per la resistència en ampers

R = valor de la resistència en ohms

El variador per a la resistència principal és de la marca Controlli model RE 3D 11,5 trifàsic. La senyal de control la proporciona un element de control en funció de la temperatura llegida a través de la sonda situada al calaix plenum, per tant aquesta resistència s'encarrega de pretractar i deixa en condicions òptimes l'aire al calaix plenum.

Els variadors per a les resistències secundàries són 7, un per a cada resistència secundària. Són de la marca Controlli model RE 1D 3,8 monofàsic. La senyal de control la proporciona un element de control en funció de la temperatura llegida a les sondes situades dins de les cabines o passadissos segons sigui el tipus de conducte. En els casos que una resistència alimenta una zona amb diferents sondes, l'element de control realitza una mitjana aritmètica dels valors obtinguts. Aquest cas es dona per exemple a la zona de les 3 cabines flush amb el seu passadís on només es pot tractar tot el conjunt, o quan s'utilitzen les cabines generals conjuntament (subcabina gran + petita).

6.3.4. Variador de velocitat

El variador de velocitat és un actuator que determina la velocitat a la que giren els ventiladors del sistema. El variador modifica la freqüència de la tensió d'alimentació del motor del ventilador en funció de la consigna rebuda a través d'un element de control del tipus 4..20 mA o 0..10 Vcc. Aquesta variació es tradueix en un desplaçament paral·lel de la corba de funcionament del ventilador fins ajustar el nou punt d'equilibri segons les necessitats. El variador incorpora un potenciòmetre que s'utilitza per comandar el variador en mode manual en cas d'avaría de la automatització.

En el cas del ventilador principal, la consigna es troba calculada segons la lectura de la sonda de pressió del calaix plenum. El variador no baixa mai del 50% de velocitat per evitar problemes de funcionament. Si cal menys cabal aleshores comença a regular el servomotor



de la comporta del bypass fins aconseguir la pressió de disseny al calaix. El variador és de la marca Allen Bradley - Rockwell model 22F-D2P5N113.

Els variadors per als ventiladors secundaris són 7. Cada variador gestiona el ventilador de impulsió i el d'extracció de la mateixa zona per garantir el cabal adequat. La consigna de comandament del variador es troba calculada segons la lectura de la doble sonda de velocitat existent en el tram de conducte d'impulsió. El variador no baixa per sota del 30% de la velocitat nominal per evitar problemes de funcionament. En cas de necessitar un cabal inferior, l'element de control corresponent deixa fixat el variador a un 30% i comença a regular mitjançant les comportes estanques motoritzades. Els variadors són de la marca Allen Bradley – Rockwell model 22F-A1P6N113.

Els variadors es troben a una distància inferior a 5 metres dels motors a regular. Segons fabricant no existeix problemes de interferències a l'alimentació dels motors però la instal·lació ha estat realitzada amb cable trenat i amb pantalla de coure amb posta a terra per garantir el correcte funcionament de la regulació.

6.3.5. Sonda de temperatura i humitat

Les sondes combinades de temperatura i humitat són elements receptors que recullen informació del sistema i el tradueixen a una senyal dirigida als elements de control. En el sistema existeixen de tres tipus: conducte, ambient i exterior. Els tres tipus tenen una precisió de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ i $\pm 1\%$ de Hr pel rang habitual de treball segons plec de condicions, veure apartat A de l'annex.

La sonda combinada de conducte es troba situada al calaix plenum i recull la temperatura i humitat relativa de l'aire impulsat pel climatitzador. Serveix per a regular la senyal de consigna del humidificador, del servomotor de la vàlvula de tres vies i del variador de tensió de la resistència principal. La sonda és de la marca Controlli model H/DT.

La sonda combinada exterior es troba situada a la entrada d'aire del climatitzador i recull la temperatura i humitat relativa de l'aire exterior. No serveix per a regular cap element, la informació és tractada com a dades pel sistema de gestió i queda arxivat a l'històric quan es realitzen proves. Serveix per a comparar el comportament del sistema tenint com a referència les condicions exteriors. La sonda és de la marca Controlli model H/ST.

Les sondes combinades de tipus ambient es troben situades dins de les cabines i passadissos. Són un total de 15 i recullen les dades de temperatura i humitat existents al sistema. En el cas de les cabines generals es troben instal·lades 2 sondes per cabina. Això es degut a la possibilitat que té el sistema de treballar amb una subcabina mes petita deixant l'altre subcabina com a espai comú però no de proves. Quan funciona tota la cabina l'element de control realitza una mitjana aritmètica de les lectures obtingudes amb les dues



sondes. Les dues lectures són molt semblants degut a la difusió de les cabines pràcticament homogènia. Les sondes són de la marca Controlli model H/OT.

6.3.6. Pressòstat diferencial per aire

El pressòstat diferencial per aire és un element receptor que recull informació de la diferència de pressió entre dos punts. Proporciona una senyal digital quan detecta una diferència de pressió determinada. Es troba situat al climatitzador, una presa d'aire abans del mòdul de filtratge i l'altre després i serveix per determinar si els filtres es troben nets o per contra es troben saturats i requereixen manteniment. Segons dades de fabricant el mòdul de filtratge té una pèrdua de càrrega de 10 mm.c.d.a. \approx 100 Pa. El pressòstat diferencial es troba tarat a una pressió de 200 Pa. Quan arriba a aquest valor l'element de control corresponent capta la senyal que tradueix com alarma. D'aquesta manera el usuari visualitza a la pantalla del PC que cal realitzar el manteniment del mòdul de filtratge. Habitualment aquesta tasca és periòdica segons la velocitat de saturació del filtre que sol ser d'un mes per un ús freqüent. La funció d'aquesta alarma és recordar el manteniment si no ha estat realitzat i detectar anomalies del procés de filtratge.

El pressòstat és de la marca Controlli model DBL 205B.

6.3.7. Transmissor diferencial d'aire

El transmissor diferencial d'aire és un element receptor que recull informació de la sobrepressió existent al calaix plenum. Aquesta informació es traduïda com a senyal i enviada al corresponent element de control per a realitzar la regulació del variador de freqüència del ventilador principal i el servomotor de la comporta de bypass del climatitzador. Per a realitzar correctament la regulació es fixa una sobrepressió que ha de ser mantinguda pel sistema dins del calaix plenum. No cal un valor elevat per garantir la disponibilitat de cabal per als ventiladors secundaris, s'ha fixat una sobrepressió de 10 Pa per a la regulació. Pressions més elevades poden arribar a deteriorar l'estat del calaix plenum.

El transmissor diferencial d'aire és de la marca Controlli model DPIG/100.

6.3.8. Sondes de velocitat

Les sondes de velocitat són elements receptors que es troben ubicades a cada conducte d'impulsió a una certa distància del ventilador secundari corresponent. La seva funció és la de recollir la informació sobre la velocitat de l'aire i enviar-la a l'autòmat corresponent per a regular el variador de freqüència dels ventiladors secundaris i els servomotor de les comportes. Degut al rang de cabals possibles, veure Taula 4.5, i al grau de precisió desitjat (\pm 0,2 renov/h) no es pot regular el sistema amb una sola sonda garantint la precisió a tot el rang. L'opció que s'ha dissenyat per a solucionar aquest inconvenients la de instal·lar dues



sondes en paral·lel de diferents rangs. Així per a cabals petits l'autòmat corresponent recull la informació de la sonda petita, i per a rangs grans recull la informació de la sonda gran. Per conèixer més detalls veure apartat B.11 de l'annex.

Les sondes són de pressió diferencial de la marca Controlli model PA267-50 per als rangs petits (0 – 50 Pa) i PA 267 – 100 per a rangs grans (50 – 100 Pa), totes dues tenen el suplement de precisió de 0,4% de fons d'escala amb certificat de calibració.

6.4. Nivell d'elements de control

Els elements de control són autòmats programables que controlen diferents tipus de senyals d'entrada i sortida. Són els encarregats de rebre la informació del sistema, realitzar la regulació i enviar les senyals als actuadors. La regulació es troba realitzada a partir de les dades recollides del sistema, les consignes que marca el usuari des de l'ordinador i el programa intern carregat del propi autòmat. La complexitat del sistema es troba en el nombre de senyals tant d'entrades com sortides a gestionar per part dels elements de control. Els elements de control també recullen l'estat dels circuits elèctrics a través dels contactes auxiliars de les proteccions i l'estat de diferents equips (funcionament/aturat).

Element de camp	EA	ED	SA	SD
Planta refredadora		1		1
Humidificador		1	1	
Servomotor vàlvula de 3 vies			1	
Servomotor comportes aire			15	
Variador de tensió			8	
Ventilador principal		1		1
Ventilador secundari		14		14
Variador de velocitat			8	
Sonda de T i Hr	34			
Pressòstat diferencial aire		1		
Sonda diferencial aire plenum	1			
Sonda diferencial aire - velocitat	14			
Contactes auxiliars elèctrics		26		
TOTAL	49	44	33	16

Taula 6.2 Resum de tipus de senyals d'entrada i sortida segons els elements de camp i equips presents a la instal·lació



Els elements de controls del sistema són de la marca Controlli model IQ 204/P. Aquest equip permet tractar 8 entrades digitals, 8 entrades universals (poden ser analògiques o digitals) i 8 sortides analògiques. Per a gestionar les sortides digitals han estat instal·lats mòduls multiplexors Controlli model IQ RM4/P que transformen una entrada analògica en 4 sortides digitals. Amb aquest volum de dades a tractar són necessaris 4 multiplexors i 7 autòmats de control. Els autòmats es troben situats al quadre de control. Tenen una comunicació per bus entre ells i amb l'ordinador de gestió. Per veure més detalls consultar capítol G de l'annex.

6.5. Nivell de gestió del sistema

El nivell de gestió del sistema es troba integrat per un ordinador de gestió. En aquest ordinador es troba instal·lat un paquet de software de supervisió en entorn Windows, amb presentació de valors a sobre d'esquemes de funcionament, gràfics dinàmics, gestió d'alarmes, gestió d'horaris, històric de dades i gestió de tipus d'usuari. També inclou un node de comunicació per a PC on s'integra el bus de comunicacions amb els autòmats de control i el bus de comunicació amb l'analitzador elèctric del quadre de potència. Des d'aquest ordinador es poden variar les regulacions programades als diferents autòmats. En cas de possible avaria del sistema de gestió, el quadre de control de la instal·lació incorpora una sèrie de selectors i potenciòmetres que permeten maniobrar el sistema de forma manual.

6.6. Nivell d'usuari

El nivell d'usuari és el nivell superior de tota la instal·lació de control. Compren als propis usuaris del sistema. Existeixen 3 tipus d'usuari segons les necessitats del sistema.

6.6.1. Usuari tipus manteniment

Aquest tipus de usuari només té permisos per visualitzar dades i aturar el sistema. Realitza les tasques de manteniment de la instal·lació i repara les avaries/alarmes que detecta a través del programa.

6.6.2. Usuari tipus gestió

Aquest tipus de usuari és el que monitoritza les proves olfactivas. Té permisos per aturar o engegar el sistema, variar consignes i tipus d'assajos, enregistrar i visualitzar històrics.

6.6.3. Usuari tipus administrador

Aquest usuari és el de nivell superior i té els mateixos permisos que l'anterior i a més pot reprogramar els autòmats si ho considera necessari o si es varia el sistema.



7. Planificació del projecte

El projecte es subdivideix en 3 fases diferenciades segons el tipus de instal·lació: climatització (blau), elèctrica (vermell) i de control (groc). Segons el tipus de tasca es realitzen en paral·lel per aconseguir una disminució del temps total d'execució de l'obra. La durada total del projecte és de 1 mes.



Fig. 7.1 Diagrama de Gantt amb les fases del projecte diferenciades per colors segons tipus de instal·lació



8. Pressupost

CAPÍTOL 1		Instal·lació de climatització			
Nº ordre	Unitat	Descripció	Med.	P.V.P. Unitari	P.V.P. Total
1.1	ut	Subministrament i instal·lació de planta refredadora aire-aigua SEDICAL-RHOSS model TCAEY de 22,7 kW potència, versió tank&pump ASP1 incloent accessoris de muntatge	1	6676,08	6676,08
1.2	ut	Construcció de bancada amb IPN80 i instal·lació de 4 amortidors tipus AM-150 incloent accessoris de muntatge	1	499,21	499,21
1.3	ml	Subministrament i instal·lació de canonada de polipropilè Ø40 aïllada amb espuma elastomèrica espessor 20 mm incloent corbes, enllaços, fixacions i sistema d'omplerta en coure Ø15	48	70,58	3387,84
1.4	pa	Subministrament i instal·lació de valvuleria d'aigua, inclou: -Vàlvules de tall -Vàlvula reguladora de cabal TA STAD-40 -Filtre de malla -Vàlvula de 3 vies motoritzada CONTROLLI	1	1119,13	1119,13
1.5	pa	Subministrament i instal·lació de climatitzador, inclou mòduls de filtratge, bateria de fred, resistència principal, ventilador, conducte de bypass i calaix "plenum"	1	7563,36	7563,36
1.6	ut	Subministrament i instal·lació d'equip humidificador marca CAREL model UR010HL1 amb llança de vapor per a conductes i sistema d'aportació d'aigua realitzat en coure Ø15	1	3456,65	3456,65
1.7	ml	Subministrament i instal·lació de xarxa de conductes realitzada en xapa galvanitzada amb aïllament exterior d'espuma elastomèrica espessor 10 mm	200	14,28	2856,00
1.8	pa	Subministrament i instal·lació de ventiladors secundaris, resistències, comportes motoritzades estanques i comportes tallafocs.	1	7830,96	7830,96
1.9	pa	Subministrament i instal·lació de difusors i reixes exteriors i de retorn en acer inoxidable	1	5397,94	5397,94
TOTAL CAPÍTOL 1				38.787,17	

CAPÍTOL 2		Instal·lació elèctrica			
Nº ordre	Unitat	Descripció	Med.	P.V.P. Unitari	P.V.P. Total
2.1	ut	Subministrament i instal·lació de quadre elèctric de potència amb totes les proteccions necessàries	1	4442,69	4442,69
2.2	ut	Subministrament i instal·lació de bateria de condensadors CIRCUTOR model EUB-3-10-400 incloent cablejat fins a quadre de potència	1	1292,33	1292,33
2.3	ut	Subministrament i instal·lació de pantalles fluorescents estanques Philips model Pacífic TCW216 1xTLD58W/840 EI incloent accessoris de muntatge	20	67,10	1342,00
2.4	ut	Subministrament i instal·lació de enllumenat d'emergència DAISALUX model Nova N5 de superfície incloent accessoris de muntatge	3	56,12	168,36
2.5	m	Subministrament i instal·lació de canal metàl·lica de mides 100x60 amb tapa cega incloent accessoris de muntatge	30	53,68	1610,40
2.6	pa	Subministrament i instal·lació de línies elèctriques des de quadre de potència fins a cada receptor	1	3644,71	3644,71
TOTAL CAPÍTOL 2				12.500,49	



CAPÍTOL 3		Instal·lació de control			
Nº ordre	Unitat	Descripció	Med.	P.V.P. Unitari	P.V.P. Total
3.1	ut	Subministrament i instal·lació de quadre de control amb tots els elements completament instal·lats: variadors de freqüència, de tensió, selectores i automats programables.	1	15059,98	15059,98
3.2	pa	Subministrament i instal·lació d'elements de camp: servomotors de comporta i de vàlvula, sondes de temperatura, de humitat, de velocitat i pressió diferencial	1	12835,09	12835,09
3.3	pa	Subministrament i instal·lació de cablejat dels elements de camp	1	1974,00	1974,00
3.4	pa	Subministrament i confecció del programa de control, inclou la creació de pantalles específiques segons la instal·lació i implantació a PC	1	3799,74	3799,74
3.5	pa	Posta en marxa de la instal·lació, comprovació del correcte funcionament i formació del personal.	1	3085,70	3085,70
TOTAL CAPÍTOL 3			36.754,51		

CAPÍTOL 4		Legalització instal·lació elèctrica			
Nº ordre	Unitat	Descripció	Med.	P.V.P. Unitari	P.V.P. Total
4.1	ut	Legalització per ampliació del projecte original elèctric	1	2960,00	2960,00
TOTAL CAPÍTOL 4			2.960,00		

PARCIAL PRESSUPOST	91.002,17 €
---------------------------	--------------------

CAPÍTOL 5		Seguretat			
Nº ordre	Unitat	Descripció	Med.	P.V.P. Unitari	P.V.P. Total
SEG	ut	Aplicació Pla de Seguretat de l'obra	1	910,02	910,02
TOTAL CAPÍTOL SEGURETAT			910,02		

TOTAL PRESSUPOST	91.912,19 €
-------------------------	--------------------



9. Estudi de l'impacte ambiental

L'estudi de l'impacte ambiental d'aquest projecte es subdivideix en 3 fases ben diferenciades: fabricació i subministrament de components, instal·lació del sistema i finalment explotació.

9.1.1. Fase de fabricació i subministrament

En aquesta primera fase no s'intervé directament sobre el possible impacte ambiental. Només s'intervé en l'elecció dels diferents fabricants dels components que formen la instal·lació. A més de triar la solució tècnica més adient s'han tingut en compte que els fabricants compleixin la norma internacional ISO 14001 que fa referència als sistemes de gestió ambiental dins de l'empresa. D'aquesta manera assegurem que durant els processos de fabricació dels diferents fabricants han estat optimitzats els recursos i minimitzat la generació de residus; tractant de forma adient a la actual legislació els residus contaminants.

9.1.2. Fase de instal·lació

Durant aquesta fase es vigila especialment la generació de residus derivats de la instal·lació dels diferents components. Tots els residus generats que puguin ser reciclats són diferenciats de la resta i classificats segons la seva natura per a ser transportats al centre de reciclatge, com per exemple acer, plàstics, coure i paper. D'altres residus hauran de ser transportats i destruïts als centre homologats d'acord amb la normativa vigent de la agència catalana de residus, com per exemple olis i lubricants.

En el disseny del traçat de les instal·lacions s'ha tingut en compte el fet de minimitzar les longituds totals tant per reduir costos, assegurar una major eficiència del sistema i reduir la generació de residus que al final de la vida útil de la instal·lació pot produir la seva retirada.

A la planificació del projecte es pot observar que diferents fases es realitzen en paral·lel. A més de reduir el temps total de instal·lació també s'aconsegueix una reducció en el consum energètic durant la fase de instal·lació que deriva en una menor producció de CO₂.

9.1.3. Fase d'explotació

Aquesta fase és la que té la durada més gran i per tant la que pot produir un major impacte. En el disseny s'han tingut certes consideracions que ajuden a reduir el impacte produït com per exemple la reducció del consum energètic de la instal·lació. La utilització d'una bateria de condensadors i de variadors de velocitat a més de reduir el cost de l'explotació minimitzen el consum energètic ajustant-lo al necessari per a realitzar la tasca de les cabines. D'aquesta manera es minimitza la generació de CO₂ derivada del consum elèctric.



En referència a la generació de residus cal esmentar que el sistema extreu de les cabines aire purificat barrejat amb essències de diferents fragàncies en quantitats menyspreables. Segon la legislació vigent no es considera contaminant però per futures ampliacions del sistema es interessant proposar un sistema de filtratge de tot el volum d'aire extret.

En quan a la generació de residus derivats d'avaries durant el temps d'explotació es tenen en consideració possibles fuites dels líquids/gasos presents al sistema. L'aire es troba tractat i per tant no te consideració de contaminant. L'aigua es troba en dos llocs diferenciats: circuit de refrigeració i al humidificador. El circuit de refrigeració es un circuit tancat i per tant el consum d'aigua és molt reduït. En cas de fuites existeixen claus de pas per seccionar la instal·lació i evitar una pèrdua massiva d'aquest element. El consum de l'aigua al humidificador es troba minimitzat gracies a la regulació proporcional d'aquest element, només es consumeix l'aigua necessària per al procés. El gas refrigerant emprat per la planta refredadora és el R410A. Aquest és un dels gasos de nova generació que no conté clorurs que afectin a la capa d'ozó. Per tant en cas d'avaría per una fuita l'impacte és menor que amb l'antic R22.

Els olis i lubricants derivats del manteniment de la instal·lació seran tractats d'acord amb el previst al catàleg europeu de residus segons normativa de l'agencia catalana de residus.



Conclusions

Els conjunt de instal·lacions que s'han dissenyat per a la gestió de cabines experimentals d'olors tenen com a finalitat respondre a les necessitats de millorar els sistemes d'assaig dels fabricants d'ambientadors i fragàncies.

El disseny de la instal·lació de climatització ha complert les expectatives desitjades en quant a la regulació de paràmetres prevista. La regulació i control de la temperatura aconsegueix les especificacions tècniques desitjades gracies a la regulació proposada a través de la bateria de fred i la doble regulació amb resistències elèctriques garantint la temperatura òptima a cada espai tractat de manera independent. De la mateixa manera el disseny assegura un correcte control de la humitat present a les cabines gracies al humidificador i al sistema de control. La mesura i regulació del cabal introduït a les cabines ha complert els objectius a les cabines generals. Cada cabina té el seu control independent. Tot i així, en el cas de les subcabines, i les cabines flush (les que simulen estàncies de lavabo) no ha estat possible aconseguir un sistema independent per cabina degut a que amb un volum tant petit els equips actuals no garanteixen una regulació d'aquests cabals. Tot i així, degut a la natura comparativa dels assajos, la solució emprada d'una regulació conjunta permet la realització i control del cabal. Aquest cabal serà sempre el total però no afecta a la execució dels experiments d'olors. La qualitat de l'aire entrant queda garantida amb el disseny del mòdul filtrant, tant en partícules en suspensió com en olors.

El disseny de la instal·lació elèctrica aconsegueix els objectius proposats. Elimina els efectes no desitjats sobre la resta de possibles instal·lacions elèctriques a l'edifici. El consum de potència reactiva es minimitza amb la bateria de condensadors evitant sobreescalfaments i minimitzant el cost d'explotació. Els filtres dels variadors de freqüència eliminen la majoria d'harmònics produïts a la instal·lació evitant alteracions electròniques i sobreescalfaments. El disseny també soluciona el problema de la caiguda de tensió evitant mal funcionaments d'equips.

El disseny de la instal·lació de control permet gestionar les instal·lacions, regular-les i crear històrics. Amb el disseny realitzat es permet una gran flexibilitat de cara al usuari de les cabines, podent variar considerablement l'entorn d'experimentació.

Finalment resta assenyalar que el disseny ha estat realitzat preveient la possibilitat de futures ampliacions de cabines experimentals del mateix tipus.

Les recomanacions proposades per accions futures són la creació d'una xarxa d'aigua descalcificada per al humidificador, el filtratge de l'aire de sortida i l'estudi per complementar l'aportació de calor amb un sistema d'energia solar per abaratir costos d'explotació i reduir la contaminació derivada.



Agraïments

Vull agrair la realització d'aquest projecte al seu director Daniel Montesinos. Gràcies als seus valuosos consells i ànims ha estat possible completar aquesta darrera etapa de la titulació.

També voldria agrair de forma especial al Sr. Albert Roset per la seva ajuda i la confiança dipositada en mi. Els seus consells i la seva llarga experiència laboral en el món de la climatització han estat de gran ajuda per poder assolir els objectius marcats.

Finalment vull agrair de forma molt especial a Sílvia la seva paciència i haver estat el motor impulsor de tot el projecte. Sense la seva ajuda res de tot això hauria estat possible.



Bibliografia

Totes les dades de fabricants, manuals d'us, gràfiques i esquemes que apareixen en aquest document són de lliure publicació i accés o han estat cedides gratuïtament pel propi fabricant.

Referències bibliogràfiques

- [1] REGLAMENT DE BAIXA TENSIÓ I INSTRUCCIONS TÈCNIQUES COMPLEMENTÀRIES segons el Reial Decret 842/2002, de 2 d'agost, B.O.E. nº224 amb data 18 de setembre de 2002.
- [2] REGLAMENT DE INSTAL·LACIONS TÈRMiques A EDIFICIS I INSTRUCCIONS TÈCNIQUES COMPLEMENTÀRIES segons el Reial Decret 1027/2007 del 20 de Juliol, B.O.E. núm. 207
- [3] REGLAMENT DE SEGURETAT CONTRA INCENDIS EN ESTABLIMENTS INDUSTRIALS segons el Reial Decret 2267/2004 del 3 de desembre, B.O.E nº 303 amb data 17 de setembre de 2004.
- [4] SEDICAL - RHOSS. *Catàleg de productes i fitxes tècniques complementàries. Plantes refredadores Microsystem aire-aigua amb ventiladors helicoidals.*

[http://www.sedical.com/web/productos.aspx?CAT_ID=32&SUB_ID=66, 4 de març de 2008].
- [5] CAREL. *Catàleg i manuals tècnics de productes. Humidificadors per resistència.*

[<http://www.carel.com/carelcom/web/eng/catalogo/tipologie.jsp>, 10 de març de 2008].
- [6] CONTROLLI IBÈRICA SA. *Productes i serveis.*

[http://www.controlli.es/3level/productos/02_01.htm, març 2008].
- [7] SODECA VENTILADORES. *Ventilación básica*

[<http://www.sodeca.com/tecnica1.html>, març 2008].
- [8] SODECA VENTILADORES. *Productos*

[<http://212.89.6.4:8080/Sodeca2007/action/SodecaAction?method=list>, març 2008].



- [9] ELECTRICFOR SA. *Catálogo de productos. Resistencias calefactoras.*
[http://www.electricfor.com/index_productos.html, 15 de març 2008].
- [10] LUIS CAPDEVILA SA. *Catálogo industrial. Equipos de filtración.*
[<http://www.luiscapdevila.es/es/index.asp>, 2 de març 2008].
- [11] SCHNEIDER ELECTRIC. *Productos y servicios. Distribucion eléctrica baja tensión.*
[http://www.schneiderelectric.es/Distribucion_Electrica_BT.htm, 12 d'abril 2008].
- [12] CIRCUTOR. *Catalogos. Compensación de energía reactiva.*
[http://www.circutor.es/desc_catalogos_sp.htm, 18 d'abril 2008].
- [13] HIMEL - SCHNEIDER ELECTRIC. *Productos. Envolventes metálicos. Fijación mural.*
[<http://www.himel.es/prodSubFam.asp?fam=10&subfam=1>, 15 d'abril 2008].
- [14] SALVADOR ESCODA SA.. *Catalogos y tarifas de climatización, refrigeracion y ventilacion.*
[<http://www.salvadorescoda.com>, març 2008].
- [15] CATÀLEG EUROPEU DE RESIDUS (CER) *Residus d'olis i de combustibles líquids.*
[<http://www.arc-cat.net/ca/aplicatius/cer-jrdetall.asp?fCodiGrup=1302&fDesc=Residus+d%B4olis+de+motor%2C+de+transmissi%F3+mec%E0nica+i+lubricants>, 15 d'abril de 2008]
- [16] WIKIPEDIA. *Efecto Venturi.*
[http://es.wikipedia.org/wiki/Efecto_Venturi, 4 de març 2008].

Bibliografia complementària

- [17] ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, *Fundamentals Volume (S.I. edition.)*. Atlanta: 2001.
- [18] ISO 14001 EMS: *manual de sistemas de gestión medioambiental*. Editorial Parainfo, 1999.



Programes informàtics

- Microsoft Office 2003 - Word
- Microsoft Excel 2003 - Word
- Autocad 2007
- Air-pack versió 2.2

