



Universitat Oberta  
de Catalunya

# Sistema domòtic difús:

Creació d'un sistema situat a Mart

**Myriam Tejero Cortés**  
Grau Enginyeria Informàtica  
**05.629 Intel·ligència Artificial**

**Dr. David Isern Alarcón**  
**Dr. Carles Ventura Royo**

Gener del 2018



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

## FITXA DEL TREBALL FINAL

<b>Títol del treball:</b>	<i>Sistema domòtic difús: creació d'un sistema situat a Mart</i>
<b>Nom de l'autor:</b>	<i>Myriam Tejero Cortés</i>
<b>Nom del consultor/a:</b>	<i>Dr. David Isern Alarcón</i>
<b>Nom del PRA:</b>	<i>Dr. Carles Ventura Royo</i>
<b>Data de lliurament (mm/aaaa):</b>	<i>01/2018</i>
<b>Titulació o programa:</b>	<i>Grau d'Enginyeria d'informàtica</i>
<b>Àrea del Treball Final:</b>	<i>05.629 Intel·ligència artificial</i>
<b>Idioma del treball:</b>	<i>Català</i>
<b>Paraules clau</b>	<i>Lògica difusa, sistema de suport a la presa de decisions, Mart</i>
<p><b>Resum del Treball (màxim 250 paraules):</b> <i>Amb la finalitat, context d'aplicació, metodologia, resultats i conclusions del treball</i></p> <p><i>L'objectiu d'aquest treball es aprendre i aplicar amb la finalitat de gestionar un habitatge domòtic situat en un ambient extrem: Mart.</i></p> <p><i>Amb la ciència avançant a velocitats vertiginoses, sempre es mirar un pas més enllà per a poder seguir el ritme. En l'actualitat les llars intel·ligents ja no són somnis intangibles. I en aquest cas en particular es vol fer un pas més enllà, es vol utilitzar aquests sistemes no només per mantenir un ambient agradable per l'habitant sinó per fer-lo servir en situacions més extremes on realment es necessari un control de totes les variables ambientals.</i></p> <p><i>Com a resultat s'ha obtingut un simulador de condicions extremes, utilitzant de base les condicions ambientals del planeta Mart. Amb aquest petit programa es pot simular la reacció del sistema a canvis ambientals introduïts manualment. A més incorpora un parell de simulacions automàtiques: una que va provant diferents pertorbacions a una zona i una altra que pronostica el funcionament del control en el cas d'una tempesta de sorra marciana.</i></p> <p><i>Després de la finalització d'aquest treball, dona la sensació que la profunditat sobre la temàtica dels sistemes de decisions podria haver estat més gran i que s'hagués pogut incorporat més variables al sistema implementat per fer-lo més realista.</i></p>	
<p><b>Abstract (in English, 250 words or less):</b></p>	

*The object of this essay is to comprehend and apply a fuzzy logic decision system, and the main goal is to use it as a tool in order to manage a domotic house.*

*Nowadays, smart homes are no longer intangible dreams. And, in this particular case, we want to take it a step further and, not only using this system to maintain a comfortable ambiance in the habitat, but also using it in a harsher environment, where a closest control of the variables are compulsory.*

*As a result, it has been obtained an extreme setting condition simulator, modeled from the weather conditions in the planet Mars. With this software we can simulate the response of our system to the environment changes introduced by the user. Furthermore, the software includes a couple of automatic simulations: the first one tests different disturbances in a room, and the other one examine the response of the energy control system provided by a Martian dust storm.*

*As a future improvement of this work, we can suggest that, now that the control system and the decision making tools work properly, we always can add more variables in order to make a more realistic simulation.*

# Índex

<b>1. Introducció</b> .....	1
1.1. Context i justificació del Treball.....	1
1.2. Objectius del Treball.....	1
1.3. Enfocament i mètode seguit.....	2
1.4. Planificació del Treball.....	2
1.5. Breu sumari de productes obtinguts.....	5
1.6. Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	5
<b>2. Característiques de Mart com a entorn</b> .....	6
<b>3. Sistema difús de presa de decisions</b> .....	8
<b>4. Controls implementats</b> .....	9
4.1. Blocs del sistema.....	12
4.1.1. Bloc de regles de temperatura.....	12
4.1.2. Bloc de regles de humitat.....	12
4.1.3. Control d'atmosfera.....	13
4.1.4. Bloc de regles de pressió.....	15
4.1.5. Detecció d'incendis.....	15
4.1.6. Bloc de regles del control de nivell d'aigua.....	16
4.1.7. Control d'energia.....	16
4.2. Variables del sistema.....	20
4.2.1. Variable temperatura.....	20
4.2.2. Variable humitat.....	22
4.2.3. Variable gasos.....	23
4.2.4. Variable oxigen.....	23
4.2.5. Variable presència.....	24
4.2.6. Variable pressió.....	24
4.2.7. Variable incendi.....	25
4.2.8. Variables del Control del nivell d'aigua.....	25
4.2.9. Variable vent.....	26
4.2.10. Variables watts vent i watts solars.....	27
4.2.11. Variable histèresi i variable aerogenerador.....	27
4.2.12. Variable llum.....	27
<b>6. Resultats</b> .....	28
6.1. Pantalla principal.....	28
6.2. Evaluate Manually.....	28
6.3. Random Simulations.....	38
6.4. Storm Simulation.....	46
<b>7. Conclusions</b> .....	50
<b>8. Glossari</b> .....	51
<b>9. Bibliografia</b> .....	55
<b>10. Annexos</b> .....	57
Annex I: Guia d'instal·lació.....	57
Annex II: Eines d'implementació.....	58
1. Eclipse.....	58
2. Jfuzzylogic.....	58

## Índex de figures

Figura 1: Bloc de regles de temperatura .....	12
Figura 2: Bloc de regles de humitat.....	12
Figura 3: Bloc de control d'atmosfera.....	13
Figura 4: Sub-bloc control de gasos.....	13
Figura 5: Sub-bloc de regles d'oxigen .....	14
Figura 6: Diagrama de flux del control d'atmosfera .....	14
Figura 7: Bloc de control de pressió .....	15
Figura 8: Bloc de regles d'incendis.....	15
Figura 9: Bloc de regles de control de nivell de l'aigua.....	16
Figura 10: Bloc de control d'energia.....	17
Figura 11: Sub-bloc de l'aerogenerador .....	17
Figura 12: Diagrama de flux del control d'energia eòlica.....	18
Figura 13: Sub-bloc de plaques solars .....	18
Figura 14: Diagrama de flux de l'energia solar .....	19
Figura 15: Sub-bloc d'energia .....	19
Figura 16: Diagrama del comparador.....	20
Figura 17: Pantalla d'inici .....	29
Figura 18: Pantalla principal d'avaluació manual .....	30
Figura 19: Pantalla principal iniciada.....	31
Figura 20: Pantalla de canvi de valors de variables .....	32
Figura 21: Pantalla principal amb resultats d'avaluació.....	33
Figura 22: Exemple de simulació manual pas 1 .....	33
Figura 23: Exemple de simulació manual pas 2.....	33
Figura 24: Exemple de simulació manual pas 3.....	33
Figura 25: Exemple de simulació manual pas 4.....	34
Figura 26: Exemple de simulació manual pas 5.....	34
Figura 27: Exemple de simulació manual pas 6.....	34
Figura 28: Exemple de simulació manual pas 7.....	34
Figura 29: Modificacio variable nivell d'aigua .....	34
Figura 30: Exemple de simulació nivell aigua pas 1 .....	35
Figura 31: Exemple de simulació nivell aigua pas 2.....	35
Figura 32: Exemple de simulació nivell aigua pas 3.....	35
Figura 33: Exemple de simulació nivell aigua pas 4.....	35
Figura 34: Exemple de simulació nivell aigua pas 5.....	35
Figura 35: Exemple de simulació nivell aigua pas 6.....	35
Figura 36: Exemple de simulació nivell aigua pas 7.....	35
Figura 37: Pantalla Energy control .....	36
Figura 38: Exemple de modificació de llum pantalla energia.....	37
Figura 39: Resultat modificació de llum.....	37
Figura 40: Exemple de modificació de vent pantalla d'energia.....	38
Figura 41: Resultat modificació de vent pantalla principal.....	38
Figura 42: Resultat modificació de vent pantalla energia .....	39
Figura 43: Pantalla Random Simulation .....	40
Figura 44: Exemple de simulació automàtica pas 1 .....	41
Figura 45: Exemple de simulació automàtica pas 2 .....	42
Figura 46: Exemple de simulació automàtica pas 3 .....	43

Figura 47: Exemple de simulació automàtica pas 4 .....	44
Figura 48: Exemple de simulació automàtica pas 5 .....	45
Figura 49: Exemple de simulació automàtica pas 6 .....	46
Figura 50: Exemple de simulació automàtica pas 7 .....	47
Figura 51: Pantalla Storm simulation.....	48
Figura 52: Exemple de simulació tempesta pas 1 .....	48
Figura 53: Exemple de simulació tempesta pas 2 .....	49
Figura 54: Exemple de simulació tempesta pas 3 .....	49
Figura 55: Exemple de simulació tempesta pas 4.....	50
Figura 56: Exemple de simulació tempesta pas 5 .....	50

## Índex de taules

Taula 1: Planificació del TFG .....	3
Taula 2: Diagrama de Gantt de la planificació.....	4
Taula 3: Variables identificades per a la seva possible utilització .....	7
Taula 4: Resum de blocs i les variables d'entrada i sortida.....	11
Taula 5: Temperatura .....	21
Taula 6: Humitat .....	22
Taula 7: Oxigen .....	23
Taula 8: Pressió .....	24
Taula 9: Nivell d'aigua .....	25
Taula 10: Vent.....	26

# 1. Introducció

## 1.1. Context i justificació del Treball

A l'any 2013 la fundació MARS ONE va anunciar que buscava voluntaris per a viatjar a Mart i formar una colònia permanent al planeta, sense possibilitat tornar. Per tal de fer-ho possible els futurs astronautes deuriem de tenir un habitacle que comptés amb un control ambiental com el d'una casa domòtica Però com que l'entorn del planeta veí no és propici per a la vida terrestre, aquest habitacle també hauria de controlar que pugui albergar humans a l'interior, necessitant així un sistema de suport a la vida, afegint també un control de energia i de recursos per a que tot funcione adequadament.

Encara que hi han sistemes semblants en l'estació espacial internacional o en submarins, s'ha implementat una simulació d'aquesta situació utilitzant la lògica *fuzzy* (borrosa o difusa) com si es tractes d'una casa domòtica terrestre però fent un pas més enllà cap al futur.

## 1.2. Objectius del Treball

L'objectiu general d'aquest projecte és implementar un programa en Java que simuli el control d'un habitacle amb sistema domòtic on es pugui experimentar amb les diferents condicions d'un entorn hostil.

Per aconseguir-ho s'ha utilitzat un sistema expert de presa de decisions. Aquest sistema usarà en part la lògica borrosa per a decidir les accions que s'han d'aplicar al respecte de les variables que es monitoritzaran.

Específicament, en aquest habitacle es volen controlar les variables que fan un habitatge agradable i que coincideixen amb les de una casa domòtica a la Terra, com són la temperatura i la humitat. També s'ha inclòs un control sobre la pressió i la composició del aire, que són aspectes que se diferencien molt amb els del nostre planeta, com fan a l'estació espacial internacional o a un submarí. Es vol implementar un control de seguretat que controli les variables que podrien fer perillar la vida dels habitants com un detector d'incendis, el control de la radiació i el control sobre les entrades i sortides.

A part d'això, un tema importat és el de l'abastiment d'energia i de recursos per a la supervivència. L'energia disponible al planeta veí estaria basada en energia solar i eòlica principalment, pel que serà necessari controlar el seu funcionament correcte per obtenir el màxim rendiment possible. Junt amb això s'haurà de controlar l'abastiment d'aigua en forma de gel que és el recurs més important i necessari, i del que s'haurà de planificar la seva recollida.

D'aquests objectius els principals són els següents:



- control de temperatura
- control d'humitat
- control d'atmosfera
  - control d'oxigen
  - detecció de gasos
- control de pressió
  - control de pressió
  - detecció de presència
- detecció d'incendis
  - detecció d'incendis
  - detecció de presència

I els objectius secundaris:

- control de les fonts d'energia
  - solar
  - eòlica
- control nivell de l'aigua.

### 1.3. Enfocament i mètode seguit

El primer pas que és el de la recerca d'eines per a la implementació i de les característiques de l'entorn. S'ha estudiat la llibreria de jFuzzyLogic recomanada per el tutor per a implementar la lògica .

Després d'això, s'ha començat a implementar els controls i sistemes basats en els dissenys de funcionaments. Per fer la implementació s'ha repartit les tasques de la manera següent: en una primera fase (PAC 2) s'ha implementat el control de temperatura i el control d'humitat. Una vegada aquests controls funcionen s'implementarà el control d'atmosfera, el control de pressió i el detector d'incendis. Per últim en la segona fase (PAC 3) s'ha implementat el control d'energia i el control de l'aigua. En cada fase es començarà per simular el funcionament de cada un de les variables per separat.

Una vegada arribat al punt de que totes les variables i sistemes han funcionat correctament, s'ha implementat simulacions per a la visualització dels canvis en directe.

### 1.4. Planificació del Treball

El gran problema ha sigut el temps a dedicar al treball. S'ha comptabilitzat que es pot treballar en ell unes 4 hores a la setmana com a màxim. Es molt poc temps per a repartir en totes les tasques, però com ja es va provar anteriorment a fer-ho, hi han parts implementades que poden ser aprofitades per aquest segon intent.

<b>Pac 0</b>		dies
Escollir tema	1	
Cerca bibliogràfica	5	
Redacció del document PAC0	6	
Lliurament del document PAC0	1	
<b>Total</b>	<b>13</b>	
<b>Pac 1</b>		
Estructurar parts del projecte	5	
Dimensionar carga treball	5	
Redacció del document PAC1	3	
Lliurament del document PAC1	1	
<b>Total</b>	<b>14</b>	
<b>Pac 2</b>		
Recerca d'eines per a la implementació	4	
Recerca i definició de característiques del entorn	5	
Implementació del control temperatura i control humitat	9	
Implementació del control atmosfera, control pressió i detector d'incendis	11	
Diagrama del funcionament del sistema	3	
Redacció del document PAC2	2	
Lliurament del document PAC2	1	
<b>Total</b>	<b>35</b>	

<b>Pac 3</b>		dies
Correccions de la fase anterior	7	
Implementació del control d'energia i recursos	7	
Proves de sistema	4	
Correcció d'errors	3	
Implementació de la unió dels elements del sistema	4	
Redacció del document PAC3	2	
Lliurament del document PAC3	1	
<b>Total</b>	<b>28</b>	
<b>Pac 4</b>		
Redacció de la memòria	9	
Correcció de la memòria	5	
Lliurament de la Memòria	1	
<b>Total</b>	<b>15</b>	
<b>Pac 5 a</b>		
Redacció de diapositives	2	
Redacció de guio	2	
Gravació de vídeo	3	
Publicació vídeo	1	
<b>Total</b>	<b>8</b>	
<b>Pac 5 b</b>		
Lectura de preguntes	5	
Estudi i presentació de respostes	7	
<b>Total</b>	<b>12</b>	

*Taula 1: Planificació del TFG*

	Setembre										Octubre										Novembre																																																	
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
<b>Pac 0</b>																																																																						
Escollir tema																																																																						
Cerca bibliogràfica																																																																						
Redacció del document PAC0																																																																						
Lliurament del document PAC0																																																																						
<b>Pac 1</b>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
Estructurar parts del projecte																																																																						
Dimensionar carga treball																																																																						
Redacció del document PAC1																																																																						
Lliurament del document PAC1																																																																						
<b>Pac 2</b>	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20								
Recerca d'eines per a la implementació																																																																						
Recerca i definició de característiques del entorn																																																																						
Implementació del control temperatura i control humitat																																																																						
Implementació del control atmosfèria, control pressió i detector d'incendis																																																																						
Diagrama del funcionament del sistema																																																																						
Redacció del document PAC2																																																																						
Lliurament del document PAC2																																																																						

	Novembre										Desembre										Gener																																																
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
<b>Pac 3</b>																																																																					
Correccions de la fase anterior																																																																					
Implementació del control d'energia i control d'aigua																																																																					
Proves de sistema																																																																					
Correcció d'errors																																																																					
Implementació de la unió dels elements del sistema																																																																					
Redacció del document PAC3																																																																					
Lliurament del document PAC3																																																																					
<b>Pac 4</b>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
Redacció de la memòria																																																																					
Correcció de la memòria																																																																					
Lliurament de la memòria																																																																					
<b>Pac 5 a</b>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
Redacció de diapositives																																																																					
Redacció de guio																																																																					
Gravació de vídeo																																																																					
Publicació vídeo																																																																					
<b>Pac 5 b</b>	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22						
Lectura de preguntes																																																																					
Estudi i presentació de respostes																																																																					

Taula 2: Diagrama de Gantt de la planificació

## 1.5. Breu sumari de productes obtinguts

El producte obtingut amb aquest treball de final de grau és un simulador, que donada una sèrie de variables d'entrada, ja siguin aleatòries o introduïdes manualment per l'usuari, calcula unes accions com a sortida utilitzant la lògica borrosa.

Aquest programa, a més a més, inclou diferents simulacions particulars.:

- La primera de elles permet l'entrada de dades manual per part de l'usuari per una o varies de les variables possibles d'entrada a la simulació d'una habitació i, a continuació, manualment es pot visualitzar la avaluació del sistema fins a la recuperació de l'estabilitat inicial.
- En el segon cas, es tracta de la simulació automàtica d'un habitacle amb diferents cambres on es comprova el sistema per a totes les variables, una darrera de l'altre, fins que s'estabilitzen totes les diferents habitacions.
- I per últim, es tracta també d'una simulació automàtica com el cas anterior, però concentrant-se només en la part del control d'obtenció d'energia, en la situació d'una tempesta de sorra de les característiques del planeta Mart.

## 1.6. Breu descripció dels altres capítols de la memòria

Primer de tot es presenten les eines que s'han utilitzat per a desenvolupar aquest treball. En el següent capítol es mostren al lector les característiques particulars d'aquest TFG com ara les condicions úniques de Mart. A continuació el segueix un capítol amb una explicació senzilla de que es un sistema difús de presa de decisions.

Al cinquè capítol s'inclou les definicions dels blocs de regles del sistema així com de les variables que el componen. Seguit d'un capítol on s'expliquen els resultats obtinguts durant el desenvolupament del treball, acabant amb el capítol amb la descripció de les conclusions després de la seva realització.

Per finalitzar s'inclouen les parts comuns a tots els treballs: glossari, referències, bibliografia i annexos, on s'inclouen guies d'instal·lació i d'us per l'usuari.

## 2. Característiques de Mart com a entorn

Situat entre la Terra i el cinturó d'asteroides està el planeta Mart. Característic per el seu color rogenc és la meitat de gran que la Terra i està casi al doble de la distancia d'aquesta al Sol. Al igual que la Terra te satèl·lits però en el seu cas són dos asteroides, Phobos i Deimos, de aproximadament 22 i 13 km de diàmetre respectivament. També té una inclinació axial de 25,19° que comparat amb el 23,44° del nostre planeta significa que té unes estacions anuals semblants a la Terra. El dia marcià (o sol, com l'han anomenat) només té 39 minuts i 35 segons més que el nostre, però en canvi el temps de translació és de 687 dies (terrestres)<sup>[1][2]</sup>.

Encara que, com s'ha comentat anteriorment, Mart tingui un diàmetre que s'aproximi a la meitat del de la Terra, només té una sisena part de la seva massa, això implica que la força de la gravetat és notablement reduïda en comparació, essent només un 38% en comparació amb la terrestre. Al estar més allunyat del Sol el seu rang de temperatura també es veu afectat i va des de els -140°C fins als 20°C en els moments més càlids<sup>[5][4]</sup>.

Un dels aspectes més importats que s'ha de tenir en compte és que la seva atmosfera és pràcticament inexistente només arribant a un 1% de densitat en comparació amb la que estem acostumats i per tant no hi ha pressió atmosfèrica apreciable. A més de que la seva composició es totalment mortal, ja que està composta per un 96% de diòxid de carboni.<sup>[1]</sup> Tampoc té magnetosfera per reflectir el vent solar, ja que el seu nucli va deixar de girar, per això tampoc té moviments tectònics ni volcans actius<sup>[4]</sup>.

Amb aquestes característiques l'aigua existent al planeta està en forma de gel i majoritàriament als pols. També es veu molt afectat per la radiació solar (encara que aquesta és la meitat que la que rep la Terra per la distància a la que està del Sol) i la radiació còsmica<sup>[3]</sup>.

Per altra banda la seva falta de cicle de l'aigua i fina atmosfera resulta en falta de precipitacions en forma de pluja d'aigua encara que hi ha situacions on neva diòxid de carboni. També existeixen tempestes de sorra que poden durar fins a un mes<sup>[3]</sup>.

En tota aquesta informació es poden distingir variables que es poden utilitzar al sistema per a diferents aspectes de la simulació, identificades a la taula següent (*Taula 3: variables identificades per a la seva possible utilització*) on resumeix la informació de quines s'han extret de les dades anteriorment descrites i de que manera poden ser utilitzades o no.

1. Anjali Baghel; , Tilotma Sharma .*International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Survey on Fuzzy Expert System.Mtech (IT Department), MIT .2013*
2. Armaroli, Nicola; Balzani, Vincenzo. "Towards an electricity-powered world". *Energy & Environmental Science*. 4 (9): 3193. doi:10.1039/c1ee01249e. (2011)
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_of_Mars) (17/02/2017)
4. [https://es.wikipedia.org/wiki/Marte\\_\(planeta\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta)) (20/02/2017)
5. <https://mars.nasa.gov/> (28/02/2017)

<b>Variables identificades per a la seva possible utilització</b>			
<b>Variable</b>	<b>Comentaris</b>	<b>Utilitzada</b>	<b>Localitzable al apartat</b>
Inclinació Axial	No és una variable d'utilitat per al sistema de decisions.	No	---
Duració dia	Possibilitat d'utilització per calcular hores de llum solar.	No	---
Duració any	Possibilitat d'utilització per a preveure temperatures externes.	No	---
Temperatura	Utilitzada al bloc de regles de Temperatura. La temperatura s'ha de mantenir a uns valors no extrems.	Si	4.1.1 i 4.2.1
Pressió atmosfèrica	La pressió atmosfèrica es utilitzada al bloc de regles de la Pressió. S'haurà de aproximar a un bar.	Si	4.1.4 i 4.2.4
Oxigen	Utilitzat al bloc de regles del control d'atmosfera. S'ha d'augmentar la quantitat d'oxigen i eliminar els gasos nocius per a la vida humana.	Si	4.1.3 i 4.2.3
Altres gasos	Utilitzat al bloc de regles del control d'atmosfera. S'han eliminar els gasos nocius per a la vida humana.	Si	4.1.3 i 4.2.3
Radiació	Possibilitat d'utilització per a planejar sortides a l'exterior.	No	---
Llum solar	Utilitzada al bloc de regles de control d'energia, per l'obtenció d'energia solar.	Si	4.1.6 i 4.2.6
Vent	Utilitzada al bloc de regles de control d'energia, per l'obtenció d'energia eòlica.	Si	4.1.6 i 4.2.6

*Taula 3: Variables identificades per a la seva possible utilització*

### 3. Sistema difús de presa de decisions

La lògica difusa es basa en convertir el relatiu de l'observat com posició diferencial dins d'un context. La manera d'aconseguir-ho és crear rangs o conjunts. Si es parla de temperatura es pot dir que 22°C “*fa calor*” però 35°C “*fa molta calor*”. Llavors es té un conjunt específic (segons les dades recollides i contextualitzades) al que pertany cada valor específic i al mateix temps ens serveix per a que la línia difusa de la percepció humana es vegi també reflectida.

A partir d'aquests conjunts s'executarà un cert nombre d'accions. Per això s'especifiquen unes regles de forma *si (causa) llavors (conseqüència)*. La causa serà el conjunt al que pertany el valor la variable, i aquest conjunt desencadena una o varies accions específiques. Per exemple, si la temperatura és de 30°C pertany al rang de «*molta calor*» produeix una acció com a sortida del sistema que activa l'execució de «*refredar ràpid l'ambient*». En canvi, si la temperatura fos de 22°C, estaria al rang de «*calor*» i l'acció activada seria «*refrescar l'ambient*».

Inclús quan l'usuari no hi intervé és converteix en una avantatja: sense conjunts ni rangs, es fixa un llindar, per exemple de 30°C per a que s'encengui l'aire acondicionat. En aquesta situació cada vegada que baixés a 29°C es tornaria a encendre, amb la conseqüència de que estaria apagant-se i encenent-se constantment. En canvi, amb la lògica difusa, la temperatura es mantindria estable sense la constant activació/desactivació.<sup>[4]</sup>

Encara així el programa té controls en els que la lògica difusa utilitzada per a prendre les decisions està acompanyada per parts no difuses que utilitzen variables que no es fuzzifiquen i que són de tipus booleà que formen part del càlcul de les accions finals i que es detallaran als seus respectius apartats amb detall.

4. [https://es.wikipedia.org/wiki/Marte\\_\(planeta\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta)) (20/02/2017)

## 4. Controls implementats

Per a comprendre quines variables afectarien al habitacle, s'han estudiat els diferents tipus d'assentaments que els científics ha plantejat per la primera fase de la colonització del planeta veí. Hi han dos aspectes a tenir en contra que poden variar les variables que intervindran: la localització en el planeta i la profunditat en la que es posicioni aquest.

La primera afecta a la distància necessària a recórrer per aconseguir gel i per les estacions climatològiques que l'afectaran. Si es situa més a prop del equador hi han més hores de llum, que són estables durant tot l'any marcià, que és un posicionament favorable per la obtenció d'energia, però en canvi una posició més propera als pols obté més rapidesa per a la recol·lecció de gel. Entre aquest dos aspectes s'ha escollit prioritzar l'obtenció de energia sobre la del gel, ja que aquest es pot plantejar una planificació de recollida segons la necessitat sabent quant es tardarà en fer aquesta recollida.

En el segon cas, la profunditat a la que es situï l'habitable ens pot proporcionar protecció per la radiació. La manca d'atmosfera desprotegeix la superfície del planeta, per això fins a que es desenvolupi un escut que protegeixi de la radiació i dels micrometeorits, el principal plantejament és ubicar l'habitable en una cova natural o aprofitar els túnels de lava dels volcans extints<sup>[6]</sup>. Aprofitant aquesta idea, l'habitable estaria protegit de la radiació.

La resta de variables que afectarien al habitacle, són majoritàriament les que afectarien al seu interior al igual que a qualsevol altre habitacle que estigues fora del nostre planeta i la major part, funcionen de manera independent, per que la seva tasca principal és la de mantenir un valors concrets.

La variable de temperatura s'utilitza per a mantenir una temperatura constant dins de l'habitable. També es controla la variable de la humitat que també s'intenta que sigui constant per evitar el creixement de fongs. En el cas particular d'aquestes dues variables es poden combinar per que es pot relacionar la sensació tèrmica amb l'augment o disminució de la humitat, però en la idea que es planteja, es tracta de mantenir uns valors concrets amb la mínima variació possible, i el cas de la unió de les dues variables seria una millor opció per a altres situacions com per exemple la planificació del reg d'un jardí on la temperatura i humitat son variables i externes, i depenen del seu valor compren una acció o un altra.

En canvi les variables de pressió atmosfèrica i la variable d'oxigen del control d'atmosfera, encara que son independents a l'hora de treballar amb la lògica difusa, al programa després de la defuzzificació té en compte unes variables booleanes per acabar de determinar l'acció resultant, com la presència de persones i en el cas del control d'atmosfera també es comprova la presència de gasos.

De la mateixa manera el control de l'energia té com a variable la velocitat del vent, però l'acció resultant, es veu completada després de comprovar la variable de llum que és booleana i els estats de les eines utilitzades per a la recol·lecció d'energia.

En el cas de la variable del nivell d'aigua, al igual que amb les anteriors, són independents i no tenen relació en cap altre variable per a mantenir els valors indicats com a més favorables.

En el cas de la variable detecció d'incendis no es tracta amb la lògica borrosa per que és de tipus booleà.

6. [https://en.wikipedia.org/wiki/Colonization\\_of\\_Mars; Possible\\_locations\\_for\\_settlements](https://en.wikipedia.org/wiki/Colonization_of_Mars; Possible_locations_for_settlements) (25/11/2017)



A continuació es detallaran més els blocs i les variables amb dades més tècniques. La gran majoria de les funcions de pertinença de les variables amb les que utilitzarem la lògica difusa són de tipus Lambda o triangulars per que, com he comentat abans volem mantenir uns valors concrets, encara que també hi han funcions que són de tipus Pi o trapezoïdals per que en aquests casos els valors que es volen mantenir tenen un rang de tolerància més ampli.

També s'inclouran el bloc de regles que pertany a cada variable que es el que indicarà quina acció ha de efectuar el sistema depenent del valor d'entrada de la variable.

A continuació es presenta una taula resum (*Taula 4: Resum de blocs i les variables d'entrada i sortida*) que conté la següent informació sobre els blocs de sistema:

- Variables de bloc: les variables q s'utilitzen a cada bloc
- Tipus: de variable, si és booleana (B), difusa (F) o entera (E)
- Blocs: El nom del bloc que pren les decisions (tant els que són fuzzy com els que tenen part lògica normal)
- Sortides (Accions): les accions que retornarà com a sortida
- Apartat (bloc i variables): apartat de la memòria on és troba la informació detallada del bloc de regles i l'apartat de les variables

Resum de blocs i les variables d'entrada i sortida						
Variabls d'entrada del bloc	Tipus	Bloc		Sortides (Accions)	Apartat (bloc i variables)	
Temperatura	F	Bloc de regles de temperatura		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigeració ràpida</li> <li>• Refrigeració normal</li> <li>• Mantenir temperatura</li> <li>• Calefacció normal</li> <li>• Calefacció ràpida</li> </ul>	4.1.1 i 4.2.1	
Humitat	F	Bloc de regles d'humitat		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Activar deshumidificador</li> <li>• Mantenir humitat</li> <li>• Activar humidificador</li> </ul>	4.1.2 i 4.2.2	
Gasos	F	Bloc de control d'atmosfera	Sub-bloc control de gasos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Purificar atmosfera, avaluar O2</li> <li>• Avaluar O2</li> </ul>	4.1.3	4.2.3
Oxigen	B		Sub-bloc de regles d'oxigen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxigenar</li> <li>• Torna a avaluar en 1'</li> <li>• Desoxigenar</li> </ul>		4.2.4

Pressió	F	Bloc de regles de pressió		<ul style="list-style-type: none"> <li>Activa alarma</li> <li>Torna a avaluar en 1'</li> <li>Activa alarma i puja pressió</li> <li>Tanca portes, activa alarma i puja pressió ràpid</li> </ul>	4.1.4	4.2.6
Presència	B					4.2.5
Incendi	B	Bloc de regles d'incendis		<ul style="list-style-type: none"> <li>Activa alarma i extreu oxigen</li> <li>Activa alarma, activa extintor i torna avaluar</li> </ul>	4.1.5	4.2.7
Presència	B					4.2.5
Nivell d'aigua	F	Bloc de regles de control de nivell de l'aigua		<ul style="list-style-type: none"> <li>Torna a avaluar en 30'</li> <li>Missatge planejar recull de gel</li> <li>Missatge gel urgent</li> </ul>	4.1.6 i 4.2.8	
Vent	B	Bloc de control d'energia	Sub-bloc de l'aerogenerador	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esperar</li> <li>Apagar/mantenir apagat generador</li> <li>Enviar missatge error</li> <li>Enviar energia comparador</li> </ul>	4.1.7	4.2.9
Watts vent	E					4.2.10
histèresi	B					4.2.11
Aerogenerador	B					4.2.11
Llum	F		Sub-bloc de plaques solars	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enviar missatge error</li> <li>Enviar energia comparador</li> </ul>		4.2.12
Watts solars	E		Sub-bloc d'energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Font principal solar</li> <li>Font principal vent</li> </ul>		4.2.10
Watts solars	E					4.2.10
Watts vent	E					4.2.10

Taula 4: Resum de blocs i les variables d'entrada i sortida

## 4.1. Blocs del sistema

### 4.1.1. Bloc de regles de temperatura

Aquest bloc (figura 1) és l'encarregat de mantenir una temperatura constant a l'habitacle. Per això utilitza la variable d'entrada *temperatura* (apartat 4.2.1) i com a sortida obté les accions a realitzar, que modificaran la temperatura ambient per apropar-la a l'ideal.

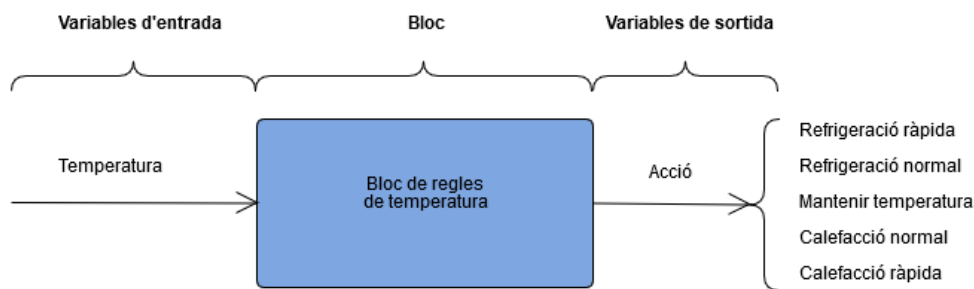


Figura 1: Bloc de regles de temperatura

Les regles que componen aquest bloc son les següents:

- Regla 1: **Si** *temperatura* too-hot **llavors** *acció* igual a refrigeració-rapida.
- Regla 2: **Si** *temperatura* hot **llavors** *acció* igual a refrigeració-normal.
- Regla 3: **Si** *temperatura* warm **llavors** *acció* igual a mantenir-temperatura.
- Regla 4: **Si** *temperatura* cold **llavors** *acció* igual a calefacció-normal.
- Regla 5: **Si** *temperatura* too-cold **llavors** *acció* igual a calefacció-rapida.

### 4.1.2. Bloc de regles de humitat

Amb aquest bloc es manté la humitat de l'habitacle a un percentatge el més proper a l'ideal. De variable d'entrada utilitza la variable *humitat* (apartat 4.2.2) i com a sortida obté les accions a realitzar, que modificaran la humitat per ajustar-ho tant com sigui possible tal com mostra l'esquema següent de la figura 2.

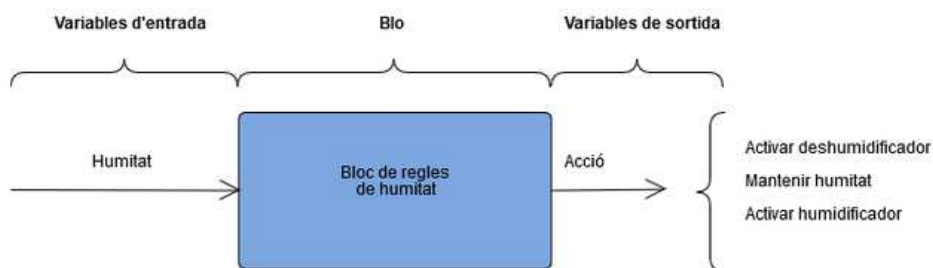


Figura 2: Bloc de regles de humitat

Les regles que componen aquest bloc son les següents:

Regla 1: **Si** *humitat* wet **llavors** *acció* igual a activa deshumidificador.

Regla 2: **Si** *humitat* normal **llavors** *acció* igual a mantenir-humitat.

Regla 3: **Si** *humitat* dry **llavors** *acció* igual a activa humidificador.

### 4.1.3. Control d'atmosfera

Aquest és un bloc (figura 3) que combina un sub-bloc amb lògica tradicional amb variables booleans i un altre sub-bloc amb lògica difusa i les seves variables. El primer, representat a l'esquema simplificat de la figura 4, utilitza la variable booleana *gasos* (apartat 4.2.3) que indica si hi ha presència gasos que no són ni oxigen (O<sub>2</sub>) ni nitrogen (N) i genera les accions pertinents. Però aquestes accions comporten l'activació de el sub-bloc de regles d'oxigen per si ha resultat afectat el percentatge d'oxigen. Aquest sub-bloc (figura 5) tracta la variable d'entrada oxigen (apartat 4.2.4) amb la lògica difusa que genera unes accions de sortida amb les regles de bloc següents:

Regla 1: **Si** *oxigen* low **O2 llavors** *acció* igual a oxigenar.

Regla 2: **Si** *oxigen* normal **O2 llavors** *acció* igual a torna a avaluar en 1'.

Regla 3: **Si** *oxigen* High **O2 llavors** *acció* igual a desoxigenar.

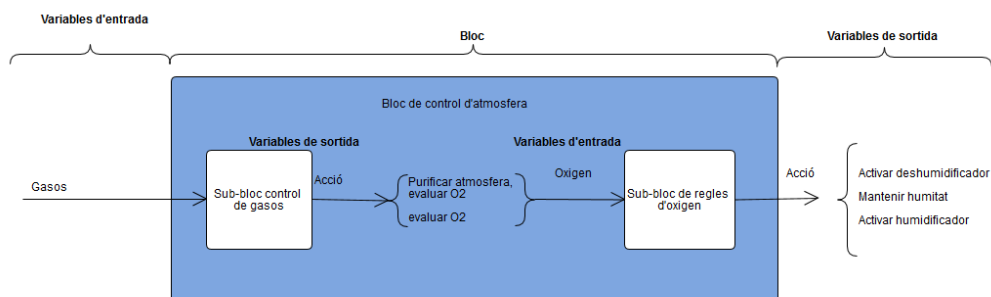


Figura 3: Bloc de control d'atmosfera

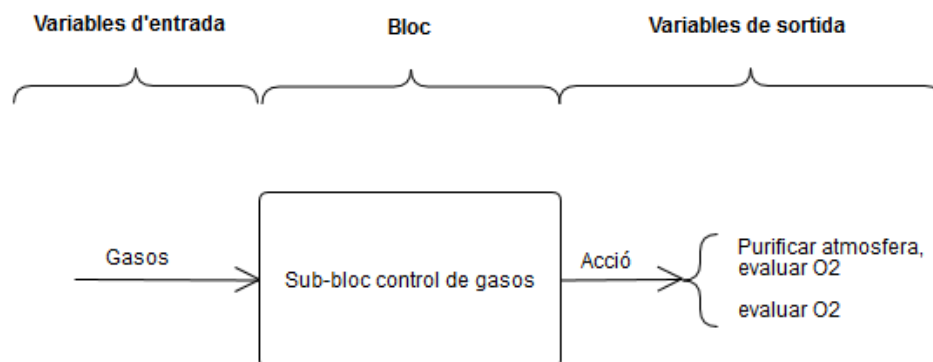


Figura 4: Sub-bloc control de gasos

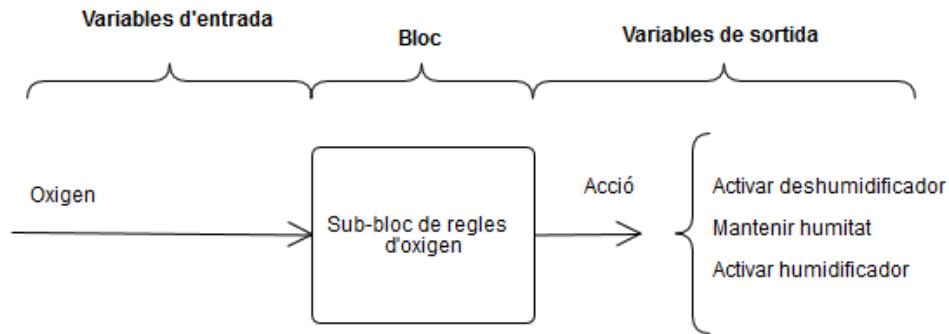


Figura 5: Sub-bloc de regles d'oxigen

En conjunt dels dos sub-blocs actua com un bloc que segueix el flux representat al a figura 6:

- Avaluar si hi han gasos que no son ni oxigen ( $O_2$ ) ni nitrogen (N).
- Si es detecta qualsevol gas que no sigui un d'aquests es purificarà l'atmosfera extraient aquests gasos i substituint-los per  $O_2$ .
- Després, o en cas de que no hi hagi cap gas nociu, es comprovarà el nivell de  $O_2$  i s'ajustarà fins complir els rangs establerts anteriorment. Com que l'atmosfera té que estar composta per  $O_2$  i N, al anivellar l' $O_2$  s'anivella el N automàticament. En aquest punt és on s'executa el sub-bloc de regles d'oxigen que genera la sortida que seguir del diagrama de flux.

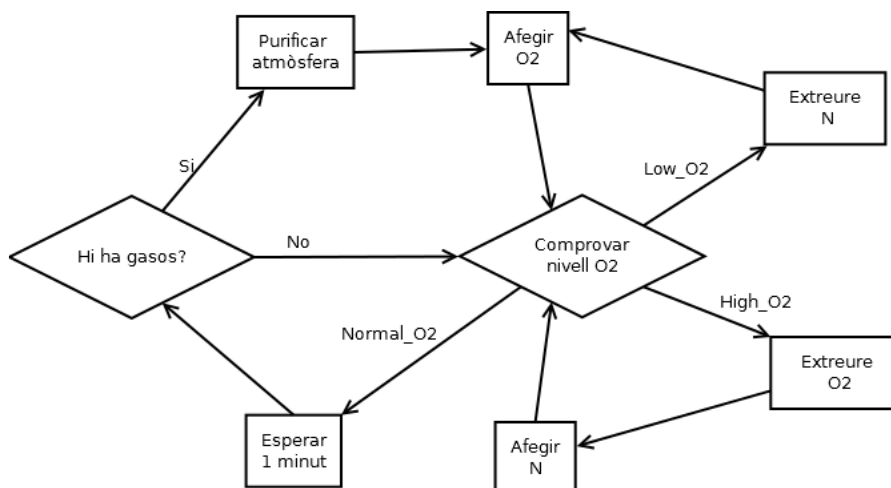


Figura 6: Diagrama de flux del control d'atmosfera

#### 4.1.4. Bloc de regles de pressió

Aquest bloc (figura 7) combina dues variables d'entrada: la pressió (apartat 4.2.6) i la presència (apartat 4.2.5). Aquesta última és booleana però necessària per a la determinació de les accions resultants segons les regles descrites a continuació:

- Regla 1: **Si** pressió high pressure i presència llavors acció igual a Activa alarma.  
Regla 2: **Si** pressió normal pressure llavors acció igual a torna avaluar en 1'.  
Regla 3: **Si** pressió low pressure i presència llavors acció igual a Activa alarma, puja pressió.  
Regla 4: **Si** pressió (low pressure o high pressure ) i no presència llavors acció igual a Tanca portes, Activa alarma, puja pressió ràpid.

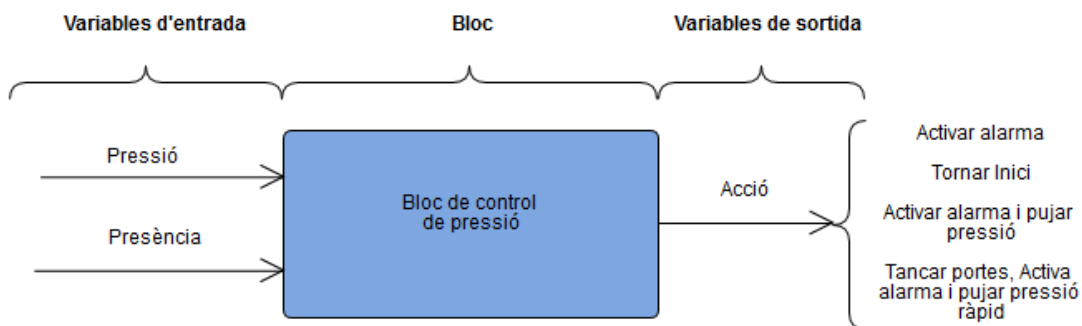


Figura 7: Bloc de control de pressió

#### 4.1.5. Detecció d'incendis

Per aquest bloc (figura 8) s'utilitza la lògica tradicional per determinar les accions de la variable de sortida. Utilitza les variables booleanes d'incendi (apartat 4.2.7) i presència (apartat 4.2.5) i es determina per les següents regles:

- Regla 1: **Si** incendi i no presència llavors acció igual a Activa alarma, extreu O2.  
Regla 2: **Si** incendi i presència llavors acció igual a Activa alarma, activa extintor, Torna a avaluar.

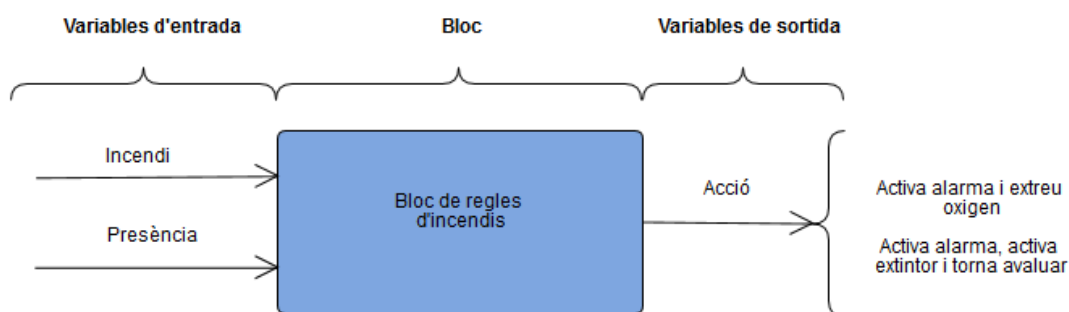


Figura 8: Bloc de regles d'incendis

#### 4.1.6. Bloc de regles del control de nivell d'aigua

Per a controlar que el nivell d'aigua es mantingui en un volum adequat s'utilitza aquest bloc (figura 9). Per això utilitza la variable d'entrada *nivell d'aigua* (apartat 4.2.8) i com a sortida obté les accions a realitzar seguint les regles descrites a continuació:

**Regla 1:** **Si** *nivell max H2O llavors acció* igual a Torna avaluar (30')

**Regla 2:** **Si** *nivell normal H2O llavors acció* igual a Missatge Planejar recull de gel

**Regla 3:** **Si** *nivell min H2O llavors acció* igual a Missatge Gel Urgent

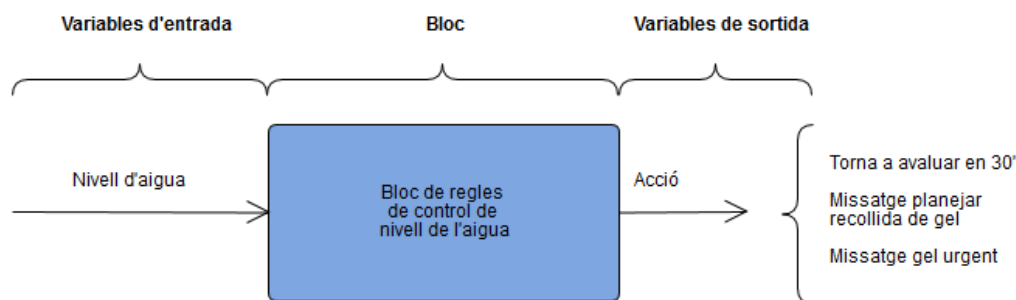


Figura 9: Bloc de regles de control de nivell de l'aigua

#### 4.1.7. Control d'energia

Aquest bloc està compost per tres sub-blocs: el sub-bloc de l'aerogenerador (amb part de lògica difusa i part amb lògica tradicional), el sub-bloc de plaques solars (amb lògica tradicional) i el sub-bloc d'energia (també en lògica tradicional).

Els dos primers sub-blocs treballen paral·lelament, mentre que el sub-bloc d'energia utilitza de variables d'entrada les sortides dels sub-blocs anteriors com està representat a l'esquema de la figura 10.

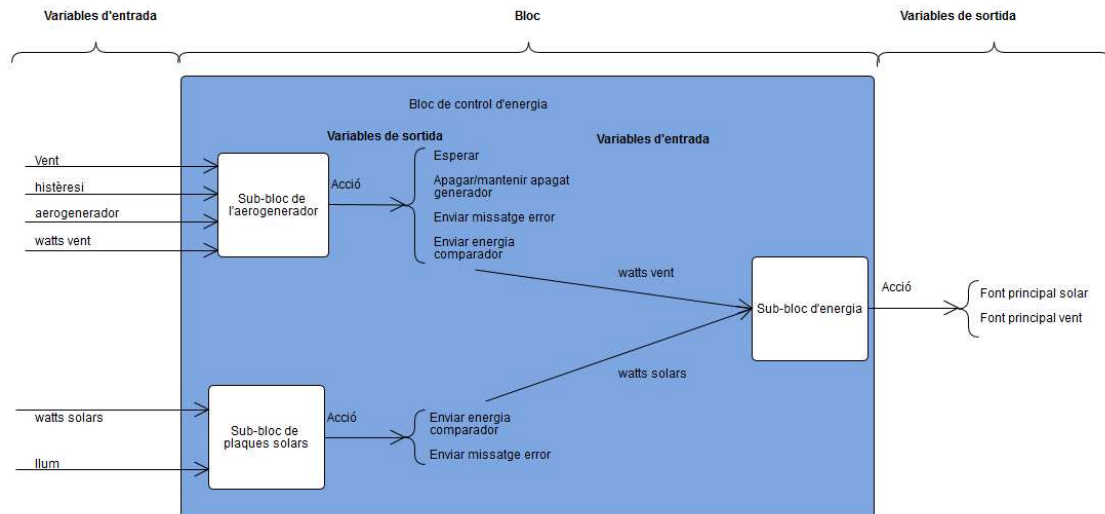


Figura 10: Bloc de control d'energia

El sub-bloc de l'aerogenerador (figura 11) té les següents variables d'entrada: el *vent* (difusa, apartat 4.2.9), *Watts vent* (enter, apartat 4.2.10), *histèresi* (booleana 4.2.11) i *aerogenerador* (booleana, 4.2.12). Primer avalua la variable de vent amb les regles del bloc:

**Regla 1: Si vent No wind llavors acció igual a esperar.**

**Regla 2: Si vent wind llavors acció igual a aerogeneradorOn.**

**Regla 3: Si vent Dangerous wind llavors acció igual a aerogeneradorOFF.**

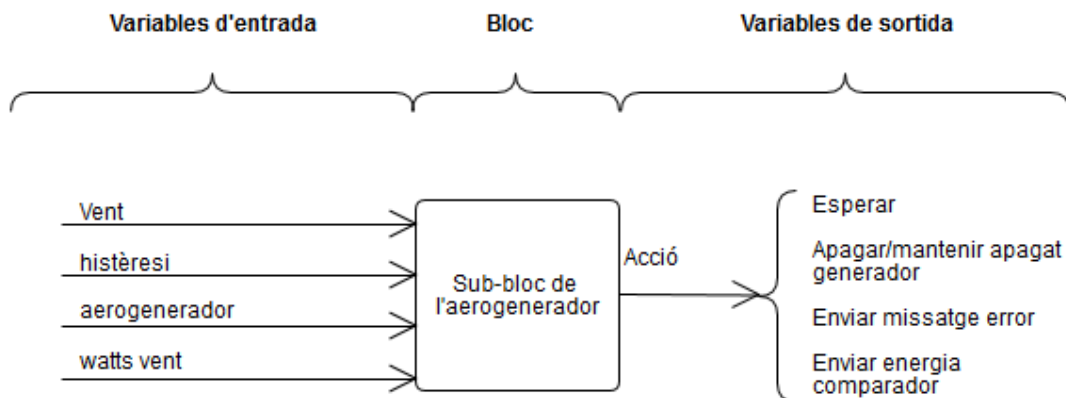


Figura 11: Sub-bloc de l'aerogenerador

Després d'aquesta avaluació, depenent de la acció de sortida es duen a terme unes avaluacions més amb lògica tradicional (diagrama de flux de la figura 12):

- Primer s'executa el sub-bloc de l'aerogenerador que genera el següent l'acció que ha de dur a terme del diagrama.



- Si l'acció de sortida és apagar/mantenir apagat l'aerogenerador, realitza una comprovació per obtenir l'estat d'aquest i apagar-ho si la resposta és que l'aerogenerador és actiu.
- En el cas de que l'acció de sortida sigui encendre/mantenir encès l'aerogenerador, es comprova que el seu funcionament sigui correcte (amb els watts generats). Si no és així, l'acció resultant és la d'enviar un missatge d'error, però si el funcionament és correcte, es comprova la histèresi que al ser positiva genera l'acció de enviar l'energia generada al comparador (variable d'entrada per al sub-bloc d'energia).

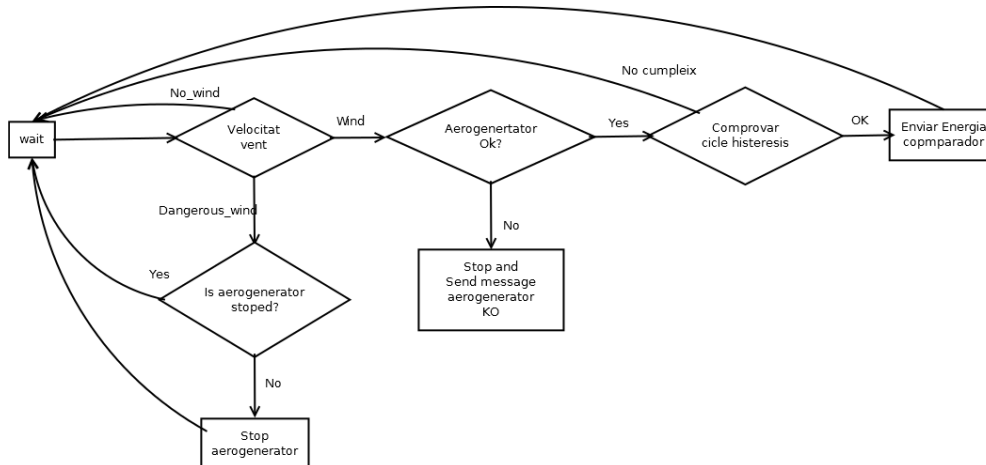


Figura 12: Diagrama de flux del control d'energia eòlica

El sub-bloc de plaques solars (figura 13) treballa amb dues variables d'entrada: *llum* (booleana, apartat 4.2.13) i *watts sol* (enter, apartat 4.2.10) amb les que les accions resultants es calculen com a l'esquema del diagrama de flux de la figura 14. Primer comprova que hi ha llum, i en cas afirmatiu avalua l'estat de les plaques: si és defectuós l'acció serà la d'enviar missatge de error però si és correcte genera l'acció de enviar l'energia generada al comparador (variable d'entrada per al sub-bloc d'energia).

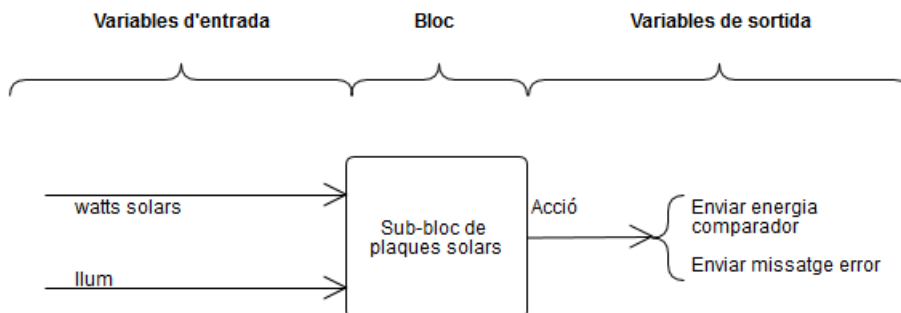


Figura 13: Sub-bloc de plaques solars

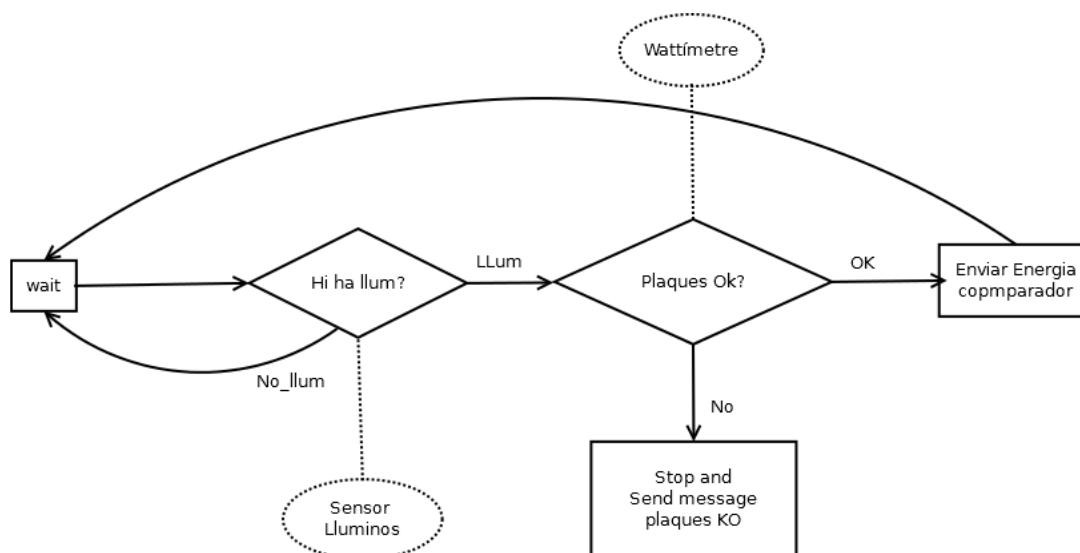


Figura 14: Diagrama de flux de l'energia solar

Per últim, el sub-bloc d'energia(figuar 15) també està basat en la lògica tradicional. Obté les variables d'entrada de les accions generades per els blocs anteriors: watts vent i watts solars, ambdues enteres (apartat 4.2.10). Fent una comparació de l'energia rebuda per cada una de les fonts genera l'acció de canvi de font principal d'obtenció d'energia com queda reflectit al esquema de la figura 16.

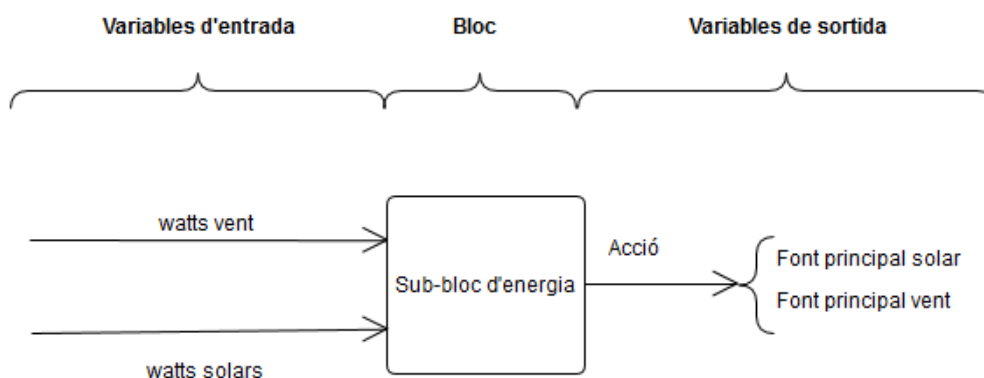


Figura 15: Sub-bloc d'energia

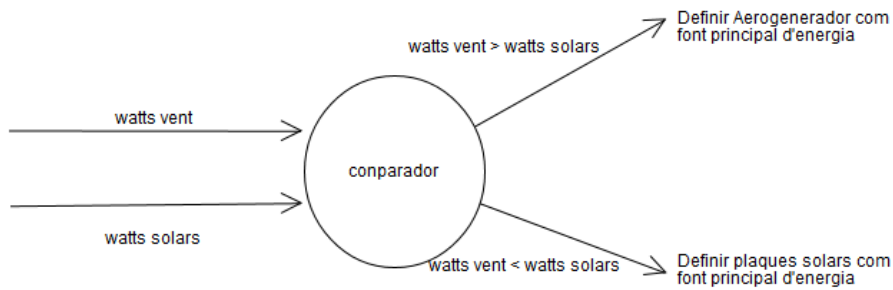


Figura 16: Diagrama del comparador

## 4.2. Variables del sistema

### 4.2.1. Variable temperatura

La variable que s'utilitza al control de temperatura és la el valor de l'interior de l'habitable. Segons el valor que obtingui el termòstat es calcularà una resposta en forma d'acció que intentarà arribar a la temperatura optima, ja sigui escalfant o refredant l'ambient. Per marcar els rangs de la temperatura ens basem amb les dades de temperatura optima de la Estació Espacial Internacional<sup>[7]</sup>. Utilitzant aquesta informació s'ha determinat cinc franges de temperatura per a les quals són necessàries diferents accions:

- Una franja per un rang de temperatura, *warm*, que és el que es vol mantenir.
- Dues franges continues, *cold* i *hot*, que es componen de temperatures incomodes que impliquen correcció de la temperatura.
- Per últim, dues franges de temperatura que podem comportar problemes, *too-cold* i *too-hot*, i per tant generen mesures correctores més dràstiques.

7. Desconegut; «Environment Control and life Support System (ECLSS)»  
<http://wsn.spaceflight.esa.int/docs/Factsheets/30%20ECLSS%20LR.pdf> (12/03/2017)

Temperatura Habitacle(°C)	Terme lingüístic	Funció de pertinença
< 13°	too-cold	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ per } x \leq 0 \\ \frac{13-x}{13-0}, \text{ per } 0 > x > 13 \\ 0, \text{ per } x \geq 13 \end{array} \right\}$
12°-18°	cold	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 12 \\ \frac{x-12}{15-12}, \text{ per } 12 > x > 15 \\ 1, \text{ per } x = 15 \\ \frac{18-x}{18-15}, \text{ per } 15 > x > 18 \\ 0, \text{ per } x \geq 18 \end{array} \right\}$
17°-25°	warm	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 17 \\ \frac{x-17}{21-17}, \text{ per } 17 > x > 21 \\ 1, \text{ per } x = 21 \\ \frac{25-x}{25-21}, \text{ per } 21 > x > 25 \\ 0, \text{ per } x \geq 25 \end{array} \right\}$
24°-30°	hot	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 24 \\ \frac{x-24}{27-24}, \text{ per } 24 > x > 27 \\ 1, \text{ per } x = 27 \\ \frac{30-x}{30-27}, \text{ per } 27 > x > 30 \\ 0, \text{ per } x \geq 30 \end{array} \right\}$
> 29°	too-hot	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 29 \\ \frac{x-29}{35-29}, \text{ per } 29 > x > 35 \\ 1, \text{ per } x \geq 35 \end{array} \right\}$

*Taula 5: Temperatura*

Les funcions de pertinença son de tipo lambda o triangulars, perquè el valor que es vol mantenir és un valor concret que és mes idoni que la resta de valors de la funció

#### 4.2.2. Variable humitat

Les cabines dels habitacles espacials normalment mantenen una humitat relativa del 60% d'humitat relativa per evitar l'ambient sec que beneficia l'expansió de bacteris, virus, al·lèrgies i problemes respiratoris, i l'ambient humit es procliu al creixement de fongs<sup>[8]</sup>.

Per la humitat s'han designat tres franges, una que descriu l'estat ideal i un parell que representen els valors a cada banda de la idoneïtat.

Humitat (%)	Terme lingüístic	Funció de pertinença
< 57%	dry	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ per } x \leq 55 \\ \frac{57-x}{57-55}, \text{ per } 55 > x > 57 \\ 0, \text{ per } x \geq 57 \end{array} \right\}$
55% - 65%	normal	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 55 \\ \frac{x-55}{60-55}, \text{ per } 55 > x > 60 \\ 1, \text{ per } x = 60 \\ \frac{65-x}{65-60}, \text{ per } 60 > x > 65 \\ 0, \text{ per } x \geq 65 \end{array} \right\}$
> 63%	wet	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 63 \\ \frac{x-63}{65-63}, \text{ per } 63 > x > 65 \\ 1, \text{ per } x \geq 65 \end{array} \right\}$

Taula 6: Humitat

Al igual que amb la variable temperatura s'han escollit funció triangulars per distingir que hi ha un valor de la funció que és més idoni que la resta.

8. Anthony V. Arundel, Elia M. Sterling, Judith H. Biggin, and Theodor D. Sterling; «Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments» *Environmental Health Perspectives* Vol. 65, pp. 351-361, 198

### 4.2.3. Variable gasos

La variable gasos és una variable booleana que actua com un detector de gasos que no siguin ni oxigen ni nitrogen com, per exemple el diòxid de carboni o altres gasos nocius.

### 4.2.4. Variable oxigen

Important gas per a la vida humana però amb el rang correcte, amb un nivell d'oxigen una mica més baix de l'habitual en l'atmosfera per eliminar perill d'incendi<sup>[9][10]</sup>. Aquí es defineixen els rangs teòrics del oxigen<sup>[9]</sup>.

Al igual que en la variable s'ha definit tres franges: la central per indicar quin es l'estat que es vol mantenir, una per sota d'aquest valors i un altra per damunt.

Oxigen (%)	Terme lingüístic	Funció de pertinença
< 18%	low_O2	$\mu(x) = \begin{cases} 1, & \text{per } x \leq 17 \\ \frac{18-x}{18-17}, & \text{per } 17 > x > 18 \\ 0, & \text{per } x \geq 18 \end{cases}$
17% -20 %	normal_O2	$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{per } x \leq 17 \\ \frac{x-17}{18-17}, & \text{per } 17 > x > 18 \\ 1, & \text{per } x = 18 \\ \frac{20-x}{20-18}, & \text{per } 20 > x > 18 \\ 0, & \text{per } x \geq 20 \end{cases}$
> 19%	high_O2	$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{per } x < 19 \\ \frac{x-19}{21-19}, & \text{per } 19 > x > 21 \\ 1, & \text{per } x \geq 21 \end{cases}$

Taula 7: Oxigen

Les funcions de pertinença al igual que els casos anteriors són de tipus triangular per el fet de que hi ha un valor dintre de la funció que és més idoni que la resta.

9. Lambertsen, C. J. (1971). "Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity". Environmental Biomedical Stress Data Center, Institute for Environmental Medicine, University of Pennsylvania Medical Center. IFEM. Philadelphia, PA. Report No. 2-71. Retrieved 2008-05-02.

10. <http://wsn.spaceflight.esa.int/docs/Factsheets/30%20ECLSS%20LR.pdf> (12/03/2017)

#### 4.2.5. Variable presència

Variable booleana que indica si hi ha alguna persona en l'habitació. S'utilitza en simbiosis amb altres variables com al bloc de regles d'incendis, al bloc de control d'atmosfera i al bloc de regles de pressió, per executar diferents solucions als problemes segons si hi ha habitants a la sala on s'ha trobat el problema o no.

#### 4.2.6. Variable pressió

Baròmetre (Pressió atmosfèrica): A nivell de mar a la Terra tenim 1 atmosfera de pressió (1013,25 mil·libars). A poc més de 5100m està l'assentament permanent més alt. L'altura màxima que els humans han tolerat esta registrada als 5900 m amb 475 mil·libars de pressió. A partir dels 7500m (383 mil·libars) el cos te problemes per les funcions bàsiques. A una altitud de 8000 m (< 356 mil·libars) la pressió parcial del oxigen no es suficient per a mantenir la vida humana. El ser humà típic suporta al voltant de 3 atmosferes però només 1/2 atmosfera més de pressió presenta molèsties<sup>[19]</sup>.

A les cabines de la estació espacial es manté una pressió atmosfèrica de entre 980 mbar i 1027 mbar<sup>[11]</sup>. Utilitzant aquets valors s'han dissenyat un rang central que els inclouria, a més de un rang amb els valors que estiguin per sota i un altra amb els que estiguin per damunt, amb l'ajuda de funcions triangulars con a les variables anteriors.

Pressió	Terme lingüístic	Funció de pertinença
< 990 mbar	low_pressure	$\mu(x) = \begin{cases} 1, & \text{per } x \leq 980 \\ \frac{990-x}{990-980}, & \text{per } 980 > x > 990 \\ 0, & \text{per } x > 990 \end{cases}$
980 mbar -1027 mbar	normal_pressure	$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{per } x \leq 980 \\ \frac{x-980}{1000-980}, & \text{per } 980 > x > 1000 \\ 1, & \text{per } x = 1000 \\ \frac{1027-x}{1027-1000}, & \text{per } 1000 > x > 1027 \\ 0, & \text{per } x > 1027 \end{cases}$
> 1025 mbar	high_pressure	$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{per } x < 1025 \\ \frac{x-1025}{1027-1025}, & \text{per } 1025 > x > 1027 \\ 1, & \text{per } x > 1027 \end{cases}$

Taula 8: Pressió

11. Desconegut; «Environment Control and life Support System (ECLSS)» <http://wsn.spaceflight.esa.int/docs/Factsheets/30%20ECLSS%20LR.pdf> (12/03/2017)

#### 4.2.7. Variable incendi

Variable booleana que indica si hi ha algun tipus de foc. S'utilitza en simbiosis amb la variable presència al bloc de regles d'incendis per executar diferents solucions als problemes segons si hi ha habitants a la sala on s'ha trobat el problema o no.

#### 4.2.8. Variables del Control del nivell d'aigua

A la Terra un humà gasta una mitjana de més de 100 litres d'aigua per dia, en canvi a l'ISS han arribat a reduït les seves necessitats a 11 litres per dia<sup>[12]</sup>. Suposarem que en les instal·lacions conviuen 4 persones que viuen a l'estil de l'ISS, el que faria un consum de 44 litres d'aigua per dia per consum humà. A aquest sistema s'ha previst augmentar a 250 litres el consum diari de aigua mínim per preveure la possibilitat de les instal·lacions hivernacle per tal de produir aliments frescs i oxigen. Si establim que el temps que es tarda en recuperar gel, transportar-lo i convertir-lo en aigua requereix 2 dies, el nivell mínim que mai s'hauria de arribar seria de 500 litres. També podem establir que la capacitat màxima d'emmagatzematge es de 5000 litres.

En aquest cas, a diferència de les variable anteriors, la rang de valors de la zona que es vol mantenir és més gran per lo que s'han utilitzat funcions trapezoïdals per representar la zona segura i els dos extrems, un per quan l'aigua és perillosament escassa o quan està a punt de desbordar el dipòsit.

Aigua (litres)	Terme lingüístic	Funció de pertinença
< 500 L	min_H2O	$\mu(x) = \begin{cases} 1, & \text{per } x < 490 \\ \frac{500-x}{500-490}, & \text{per } 490 < x < 500 \\ 0, & \text{per } x > 500 \end{cases}$
450 L – 5000 L	Normal_H2O	$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{per } x \leq 450 \\ \frac{x-450}{550-450}, & \text{per } 450 < x < 550 \\ 1, & \text{per } 550 < x < 4880 \\ \frac{4880-x}{5000-4880}, & \text{per } 4880 < x < 5000 \\ 0, & \text{per } x > 5000 \end{cases}$
> 4950 L	max_H2O	$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{per } x < 4950 \\ \frac{x-4950}{5000-4950}, & \text{per } 4950 < x < 5000 \\ 1, & \text{per } x > 5000 \end{cases}$

Taula 9: Nivell d'aigua

12. [https://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_power](https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power) (06/04/2017)



#### 4.2.9. Variable vent

Els aerogeneradors moderns de eix horitzontal utilitzen velocitats entre 3 m/h (10,8 km/h) i 25 m/s (90 km/h). Això significa que comença a produir energia quan el vent aconseguix la velocitat de 10,8 km/h (velocitat de connexió) i quan arriba als 90 km/h és posiciona per presentar la mínima resistència al vent per evitar perill a la instal·lació<sup>[13]</sup>.

Les velocitats de vent al planeta vermell arriben a un màxim de 60 mph (96.54 km/h) quan les tempestes de pols assolien la seva superfície<sup>[14]</sup>. Així doncs, els rangs de vent podrien distribuir-se així.

Tenint en compte les velocitats a les que funcionen els aerogeneradors, s'ha distingit tres franges, que al igual que la variable del nivell de l'aigua, com que el rang de valors compresos és gran s'han utilitzat funcions trapezoïdals, marcant una franja per quan l'aerogenerador es actiu i dos per quan està inactiu per falta de vent o per excés.

Vent (km/h)	Terme lingüístic	Funció de pertinença
< 13 km/h	No_wind	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ per } x < 11 \\ \frac{13-x}{13-11}, \text{ per } 11 > x > 13 \\ 0, \text{ per } x > 13 \end{array} \right\}$
12 km/h – 90 km/h	Wind	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x \leq 12 \\ \frac{x-12}{15-12}, \text{ per } 12 > x > 15 \\ 1, \text{ per } 15 > x > 80 \\ \frac{80-x}{90-80}, \text{ per } 80 > x > 90 \\ 0, \text{ per } x > 90 \end{array} \right\}$
> 85 km/h	Dangerous_wind	$\mu(x) = \left\{ \begin{array}{l} 0, \text{ per } x < 85 \\ \frac{x-85}{90-85}, \text{ per } 85 > x > 90 \\ 1, \text{ per } x > 90 \end{array} \right\}$

Taula 10: Vent

13. [https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast02nov\\_1](https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast02nov_1) (19/04/2017)

14. [https://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_of_Mars) (17/02/2017)

#### *4.2.10. Variables watts vent i watts solars*

Les dues variables són nombres enters que indiquen la quantitat de watts que l'aerogenerador o les plaques solars han produït. Són utilitzades al bloc de control d'energia per a fer comparacions.

#### *4.2.11. Variable histèresi i variable aerogenerador*

Variables booleanes utilitzades al sub-bloc de l'aerogenerador. La variable histèresi es positiva quan s'ha complit el cicle d'histèresi per a poder tenir en compte el valor de la velocitat del vent. La variable aerogenerador indica si l'aerogenerador està en funcionament indicant-ho en un valor positiu.

#### *4.2.12. Variable llum*

Variable booleana que indica quan hi ha llum.. La irradiació solar que rep Mart de mitja és de 586,2 W/m<sup>2</sup>. Aquesta només és el 43% de la que arriba de mitja a la Terra<sup>[15]</sup>. Això significa que per obtenir la mateixa quantitat de energia generada es necessita una mica més del doble de metres quadrats de plaques solars, encara que l'espai no és un problema. Igualment per poca que sigui la llum que arribi sempre es produirà energia. Per tant l'únic rellevant és saber quan no hi ha llum.

15. [https://en.wikipedia.org/wiki/Extraterrestrial\\_skies](https://en.wikipedia.org/wiki/Extraterrestrial_skies) (06/04/2017)

## 6. Resultats

El resultat d'aquest treball de final de grau és simulador que s'ha implementat utilitzant les variables d'entrada i els blocs de decisió descrits en aquesta memòria i es descriu a continuació.

### 6.1. Pantalla principal



Figura 17: Pantalla d'inici

En aquesta pantalla permet escollir quin tipus de simulació es vol reproduir:

- *Evaluate Manually* ens ofereix la opció a l'usuari de manipular els paràmetres d'entrada per veure com els avaluarà el programa pas per pas.
- *Random Simulation* és una simulació automàtica que produeix canvis a les variables d'entrada per forçar alarmes a una zona i la seva recuperació a un estat normal.
- *Storm Simulation* és una simulació que mostrar els efectes de una tempesta de sorra des de el punt de vista del control de energia.

### 6.2. Evaluate Manually

Quan es selecciona aquesta opció apareixerà una finestra que simula ser el panell de control d'un habitat (figura 17). Aquest habitat compta amb cinc zones: *cantina*, *dorm*, *greenhouse*, *comm room* i *laboratory*. Aquestes zones estan representades a la finestra en forma de botó. Al costat dret de cada un dels botons de zona apareix un quadre en blanc on es mostra la informació de l'estat de la zona. Aquesta petita pantalla s'il·lumina en vermell quan alguna alarma es generada, mentre que per defecte el fons serà verd. Sota del botons de les zones es troben dos botons més: *Water Tank* i *Energy*, amb els seus respectius monitors per visualitzar els missatges. El primer representa el control del recurs de l'aigua, i el segon el de l'energia. Per últim a baix a la dreta hi ha un botó, *Evaluate All*, que s'utilitza per a aplicar la simulació.

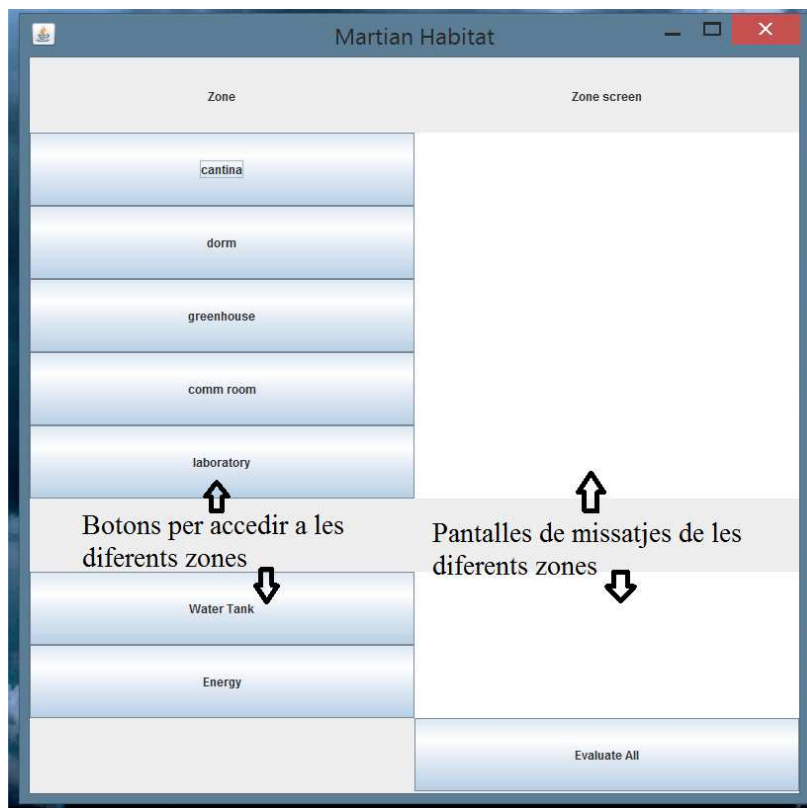


Figura 18: Pantalla principal d'avaluació manual

Aquesta avaluació manual mostra pas a pas com el sistema cerca tornar als nivells idonis d'habitabilitat. Cada vegada que l'usuari pressiona el botó *Evaluate All* el programa executa una acció de la llista d'accions pendents de l'ultima avaluació i torna a avaluar. Per tal de clarificar el funcionament d'aquesta simulació, a continuació es mostra al lector un exemple detallat del passos a realitzar.

La simulació funciona de la següent manera:

1. Clicar al botó *Evaluate All*.

Aquest pas inicialitza totes les variables d'entrada i executa una simulació preliminar. Les variables s'inicialitzen en uns valors predeterminats definits al programa, que representen els nivells idonis i per tant la primera avaluació serà positiva per tots els casos (figura 18). Totes les zones, *cantina*, *dorm*, *greenhouse*, *comm room* i *laboratory*, s'inicialitzen amb els mateixos valors i tenen el mateix sistema de simulació.

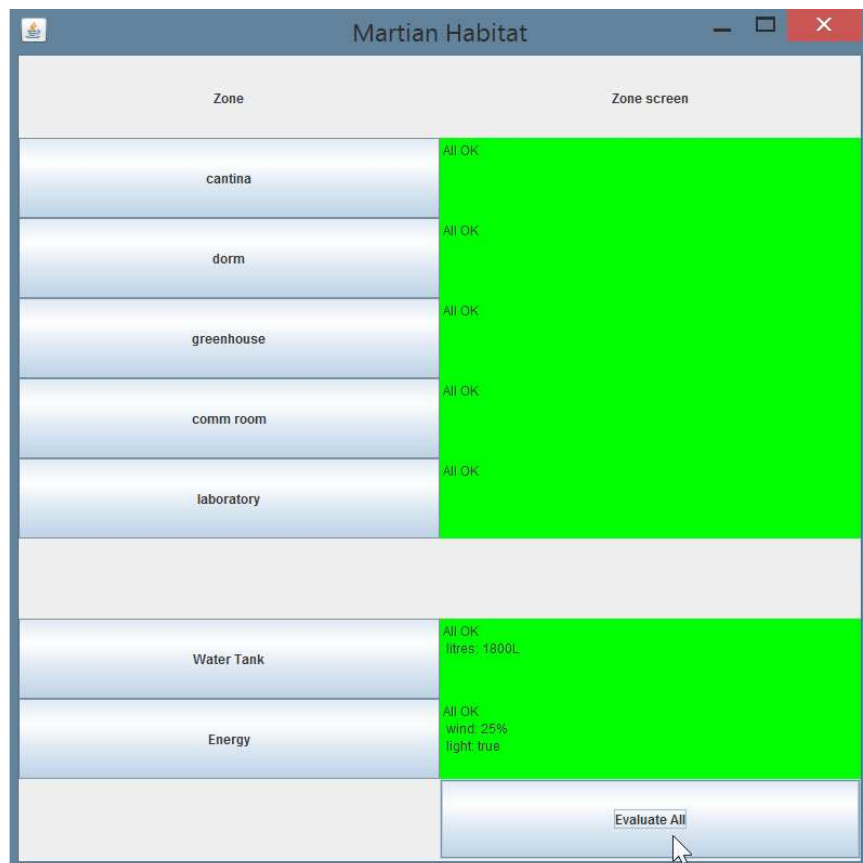


Figura 19: Pantalla principal iniciada

## 2. Modificar valors de zona.

Per modificar els valors manualment, es clica sobre el botó de la zona. Aquesta acció mostra una finestra amb els valors de les variables de la zona. Aquests valors són modificables introduint el nou valor al camp de text corresponent (la figura 19 mostra el canvi de valor de la variable oxigen a 25%).

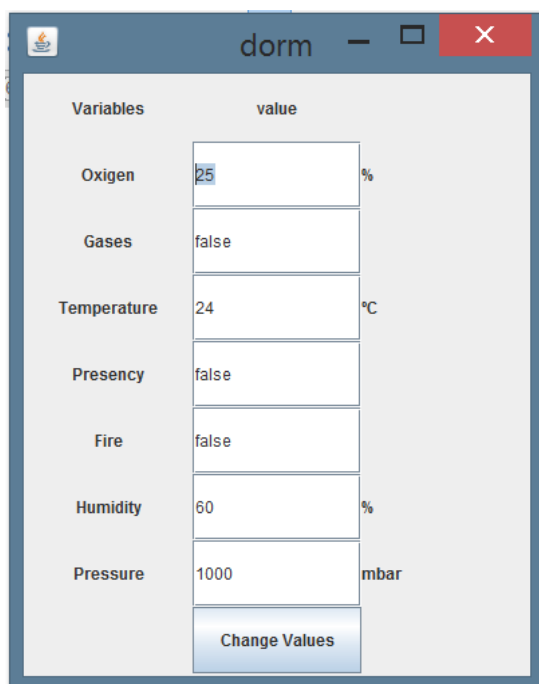


Figura 20: Pantalla de canvi de valors de variables

Una vegada introduït el valor desitjat per actualitzar-ho s'ha de clicar al botó *Change Values*. Aquest botó genera una nova avaluació de tot l'habitat i mostra els resultats de l'avaluació a la pantalla original. En aquest exemple que es mostra a la figura 20 s'observa que a la zona *dorm* ha saltat l'alarma de l'atmosfera per l'augment del oxigen. També es mostren les primeres accions calculades pel sistema de simulació a realitzar per tornar als valors d'estabilitat i el valor de la variable després d'haver-se aplicat l'acció.

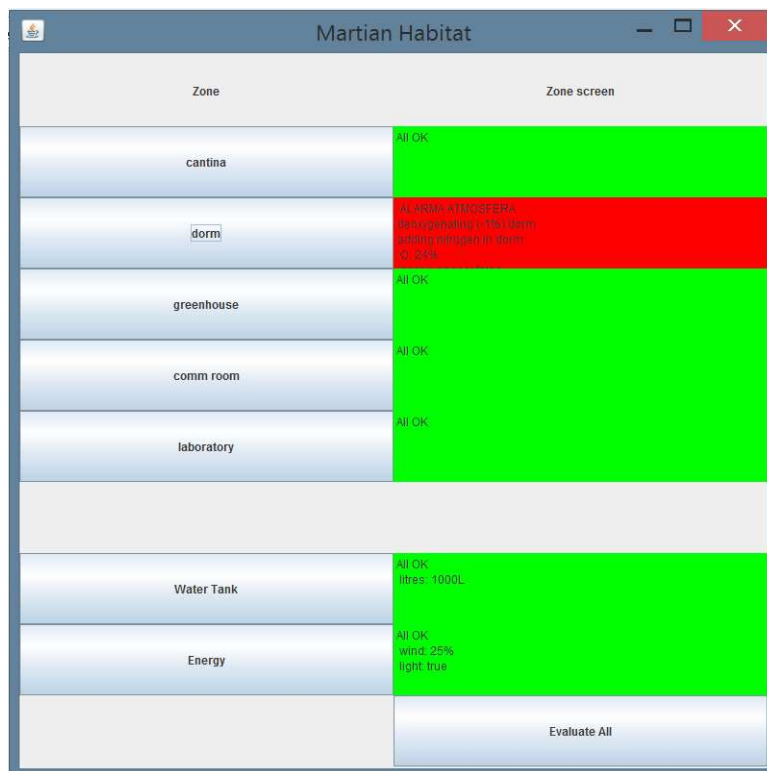


Figura 21: Pantalla principal amb resultats d'avaluació

Per tal de examinar com el sistema torna al seu estat inicial només hi ha que prémer el botó *Evaluate All* fins que el quadre de comandes de la zona en qüestió mostri el missatge de «All OK» com es mostren a les figures de la 21 a la 27.



Figura 22: Exemple de simulació manual pas 1



Figura 23: Exemple de simulació manual pas 2

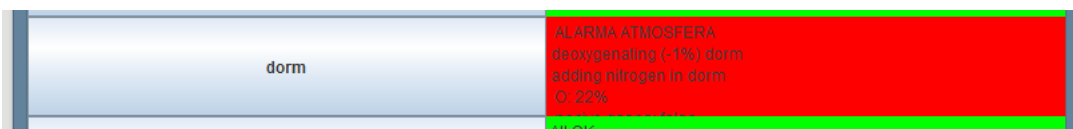


Figura 24: Exemple de simulació manual pas 3



*Figura 25: Exemple de simulació manual pas 4*



*Figura 26: Exemple de simulació manual pas 5*



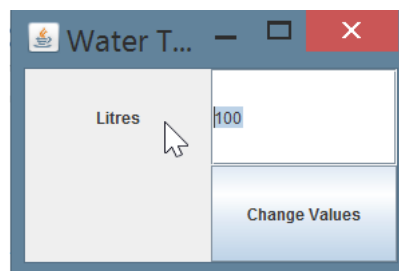
*Figura 27: Exemple de simulació manual pas 6*



*Figura 28: Exemple de simulació manual pas 7*

### 3. Modificar valors de *Water Tank*.

Per modificar el recurs de l'aigua, s'ha de clicar sobre el botó de *Water Tank*. Aquesta acció mostra una finestra amb el valor del nivell de l'aigua. Aquest valor és modificable introduint el nou valor al camp de text (la figura 28 mostra el canvi de valor de la variable litres a 100).



*Figura 29: Modificació variable nivell d'aigua*

Al igual que en el cas anterior, per consolidar el canvi i tornar a avaluar es prem el botó de *Change Values*.



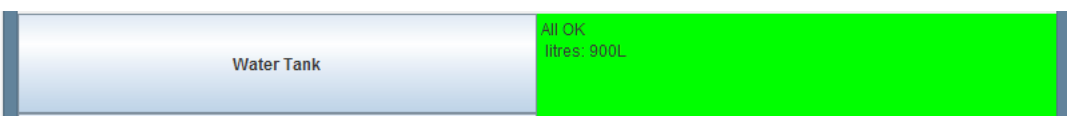
En el cas del recurs de l'aigua per apropar la simulació a la realitat cada vegada que es prem el botó de *Evaluate All* disminueix automàticament el valor de la variable com es mostra en la seqüència de les següents figures de la 29 a la 35.



*Figura 30: Exemple de simulació nivell aigua pas 1*



*Figura 31: Exemple de simulació nivell aigua pas 2*



*Figura 32: Exemple de simulació nivell aigua pas 3*



*Figura 33: Exemple de simulació nivell aigua pas 4*



*Figura 34: Exemple de simulació nivell aigua pas 5*



*Figura 35: Exemple de simulació nivell aigua pas 6*



*Figura 36: Exemple de simulació nivell aigua pas 7*

#### 4. Modificar valors d'Energy.

Al clicar al botó d'Energy s'obre la finestra amb les dades de les fonts d'energia per modificar els valors de les variables (figura 36). Els quadres de text que apareixen a la dreta de *Light* informen si hi ha llum solar i quants watts produeix. A la següent fila, els quadres de text a la dreta de *Wind* mostren la velocitat del vent i els watts que aquesta genera. A la tercera línia, a la dreta de *Aerogenerator* s'informa si l'aerogenerador està encès o no amb un *ON/OFF*. Per últim, just sobre el botó de *Change Values*, s'assenyala quina és la font d'energia que s'està utilitzant com a *Principal Source* (alimenta al habitat directament) i quina s'utilitza com a *Battery Source* (alimenta la bateria d'emergència)

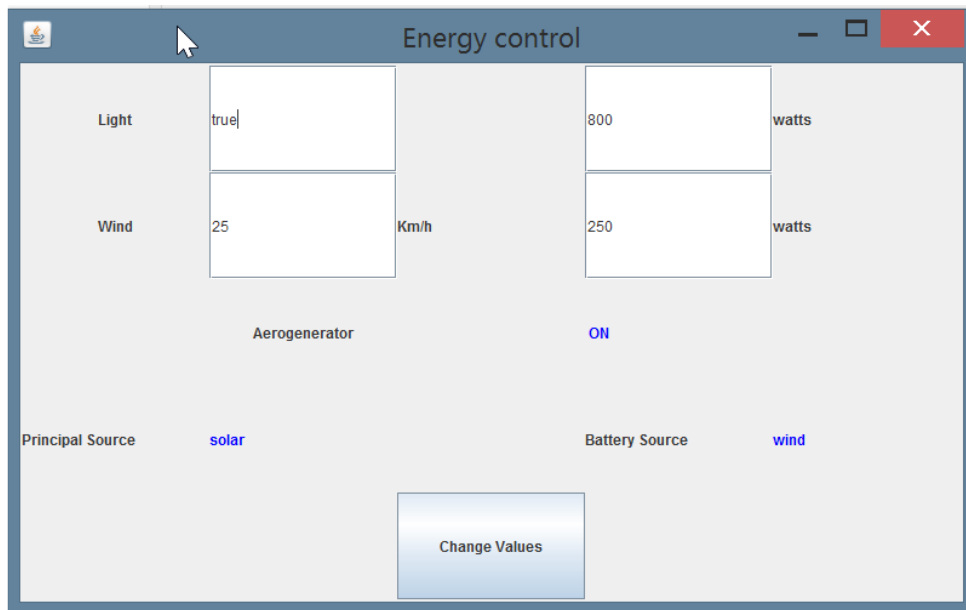


Figura 37: Pantalla Energy control

Una vegada s'introdueixen els canvis els resultats de l'avaluació estaran reflectits a la finestra principal (figura 37 i figura 38 es mostra com es modifica el valor de la variable *Light*).

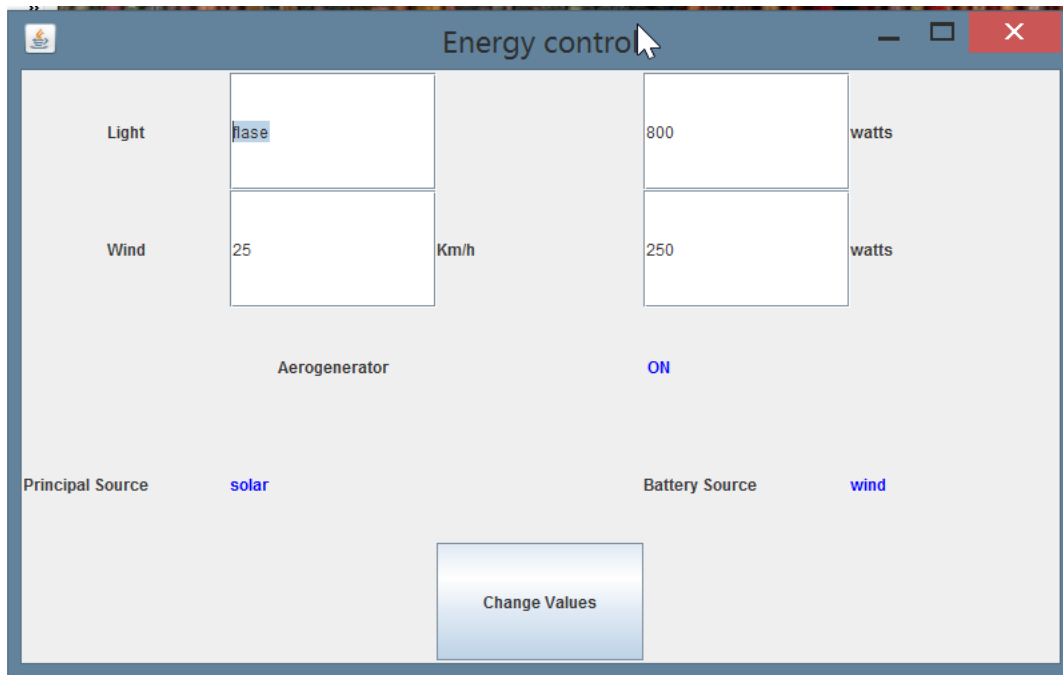


Figura 38: Exemple de modificació de llum pantalla energia

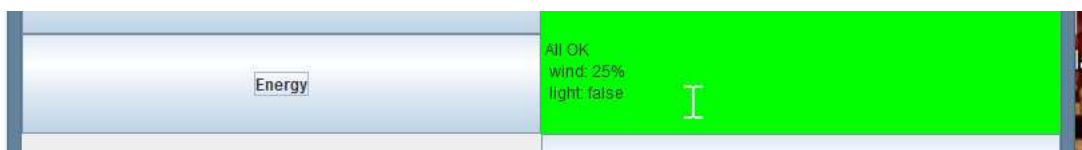
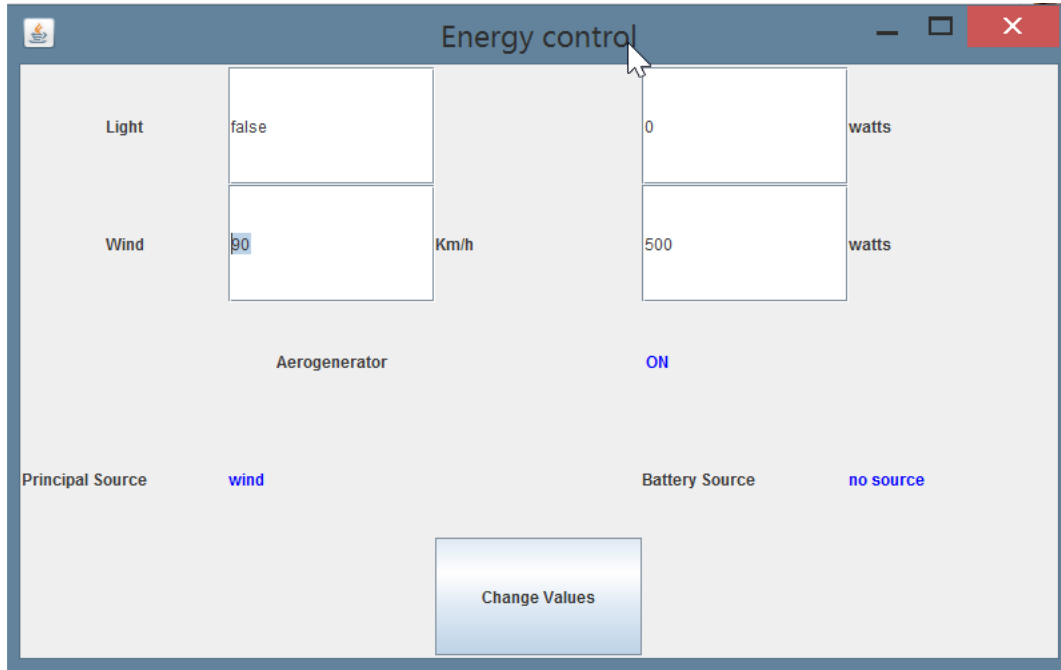
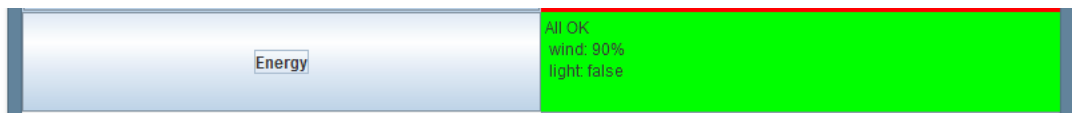


Figura 39: Resultat modificació de llum

A les figures 39 i 40 s'exposa com canvien les fonts d'energia. Simulem que el vent augmenta la seva velocitat fins a 90 km/h.



*Figura 40: Exemple de modificació de vent pantalla d'energia*



*Figura 41: Resultat modificació de vent pantalla principal*

Si s'obre un últim cop la finestra (figura 41) es pot comprovar que l'aerogenerador està desconnectat i que la font principal ha passat a ser la bateria d'emergència .

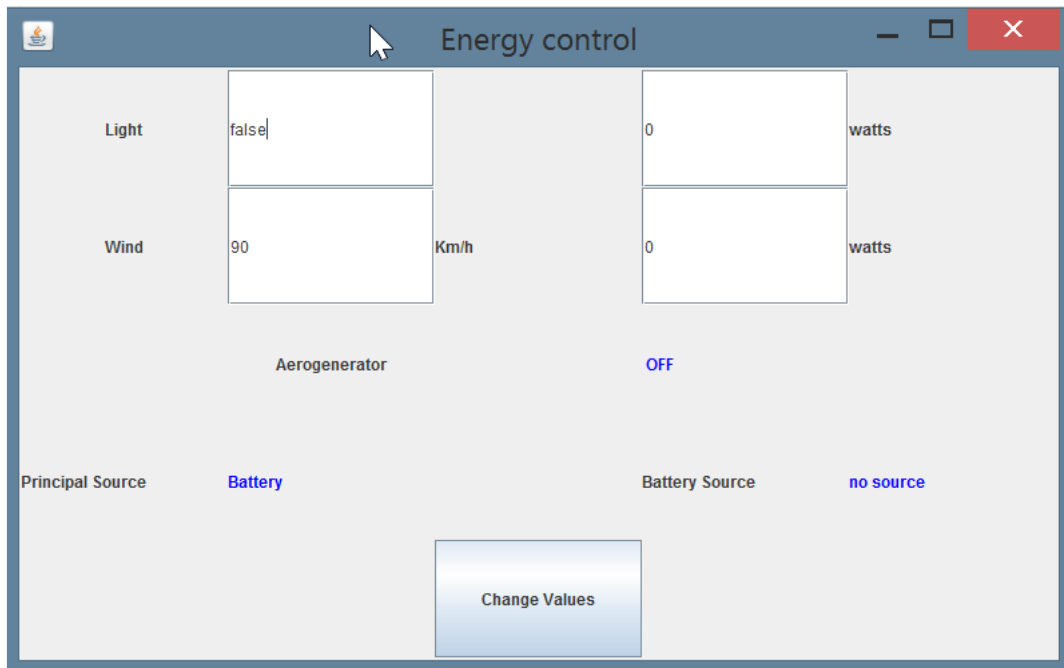
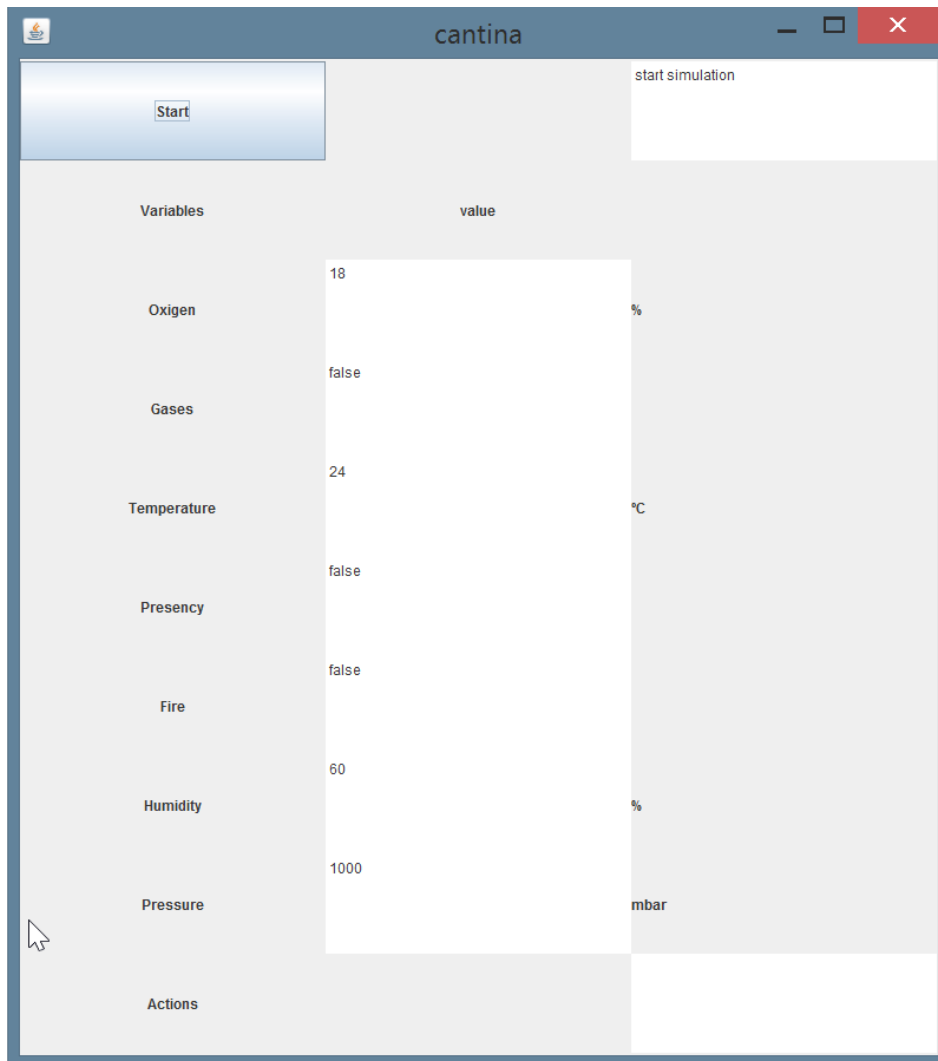


Figura 42: Resultat modificació de vent pantalla energia

### 6.3. Random Simulations

Aquesta opció genera una simulació continua i automàtica que testeja les afectacions de les modificacions dels valors de totes les variables en una zona (*cantina*). La finestra d'aquesta simulació (figura 42) es semblant a la finestra de modificació de variables d'una zona de l'opció *Evaluate Manually*, però amb la diferència de que els valors de les variables no són modificables per l'usuari, sinó que es automàtic. També inclou tres objectes nous:

- el botó d'*Start*, que inicia la simulació,
- un quadre de text a la cantonada superior dreta que informa quina es la modificació que s'ha realitzat
- i un altre quadre de text que mostra les alarmes activades, accions i valors actuals de les variables modificades, que actua igual que les finestres de les zones de la pantalla principal de l'opció *Evaluate Manually*.



*Figura 43: Pantalla Random Simulation*

Una vegada s'inicia la simulació aquesta no para fins comprovar tots els casos de la llista següent:

- *Rising Oxigen to 25%*
- *Fire detected*
- *Temperature down to 10°C*
- *High humidity 70%*
- *Low pressure 950 mBar*
- *Fire detected with presence*
- *Low Oxigen 15% and high temperature 60°C*

A continuació es mostra la simulació de l'últim canvi de la llista, *Low Oxigen 15% and high temperature 60°C*, on presenta l'augment de l'oxigen i la baixada de la temperatura fins als valors ideals ( figures de la 43 a la 50).

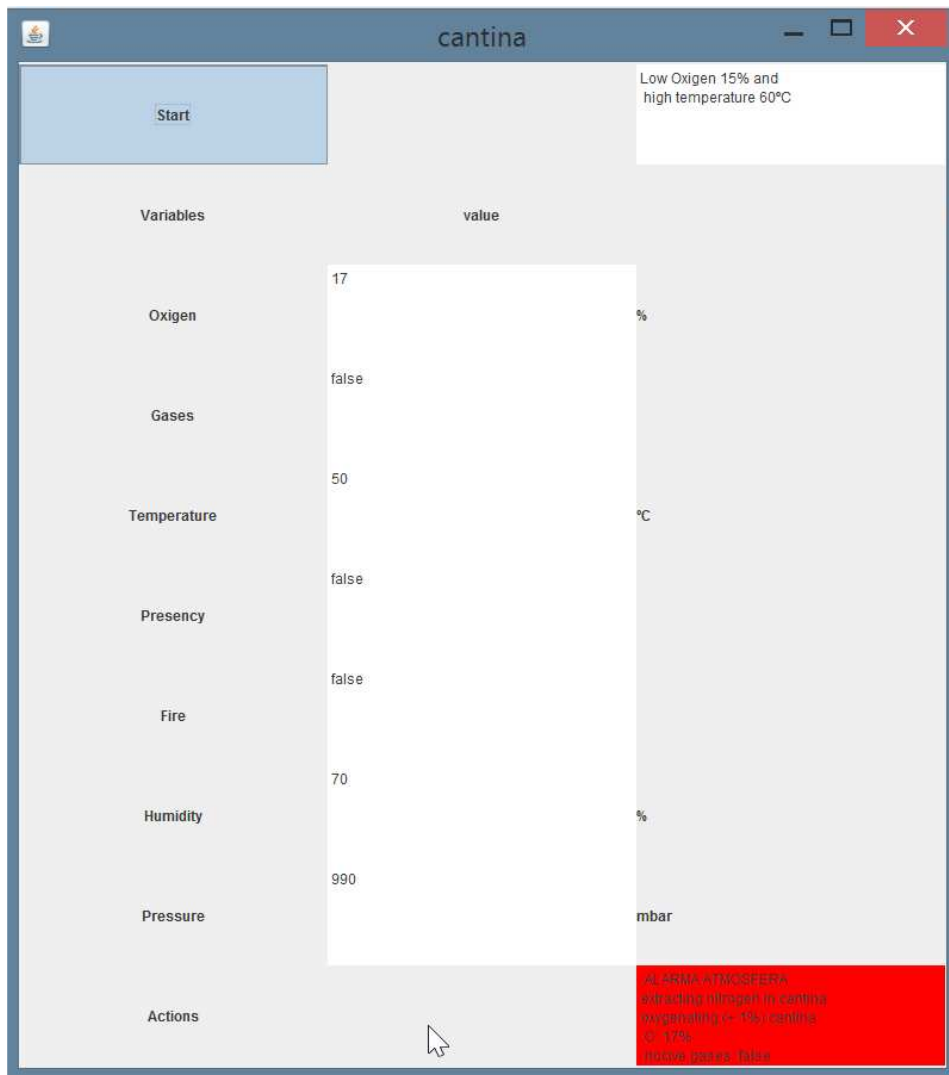


Figura 44: Exemple de simulació automàtica pas 1

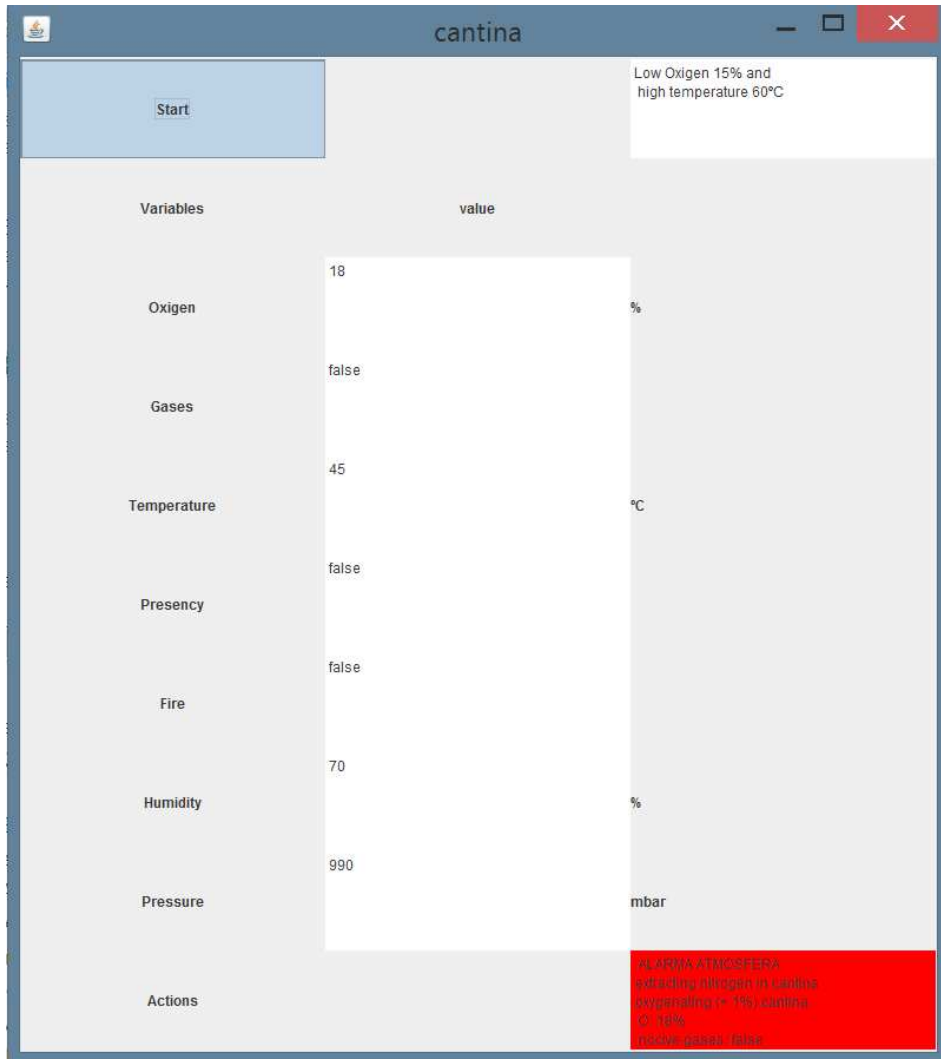


Figura 45: Exemple de simulació automàtica pas 2





Figura 46: Exemple de simulació automàtica pas 3



Figura 47: Exemple de simulació automàtica pas 4



Figura 48: Exemple de simulació automàtica pas 5

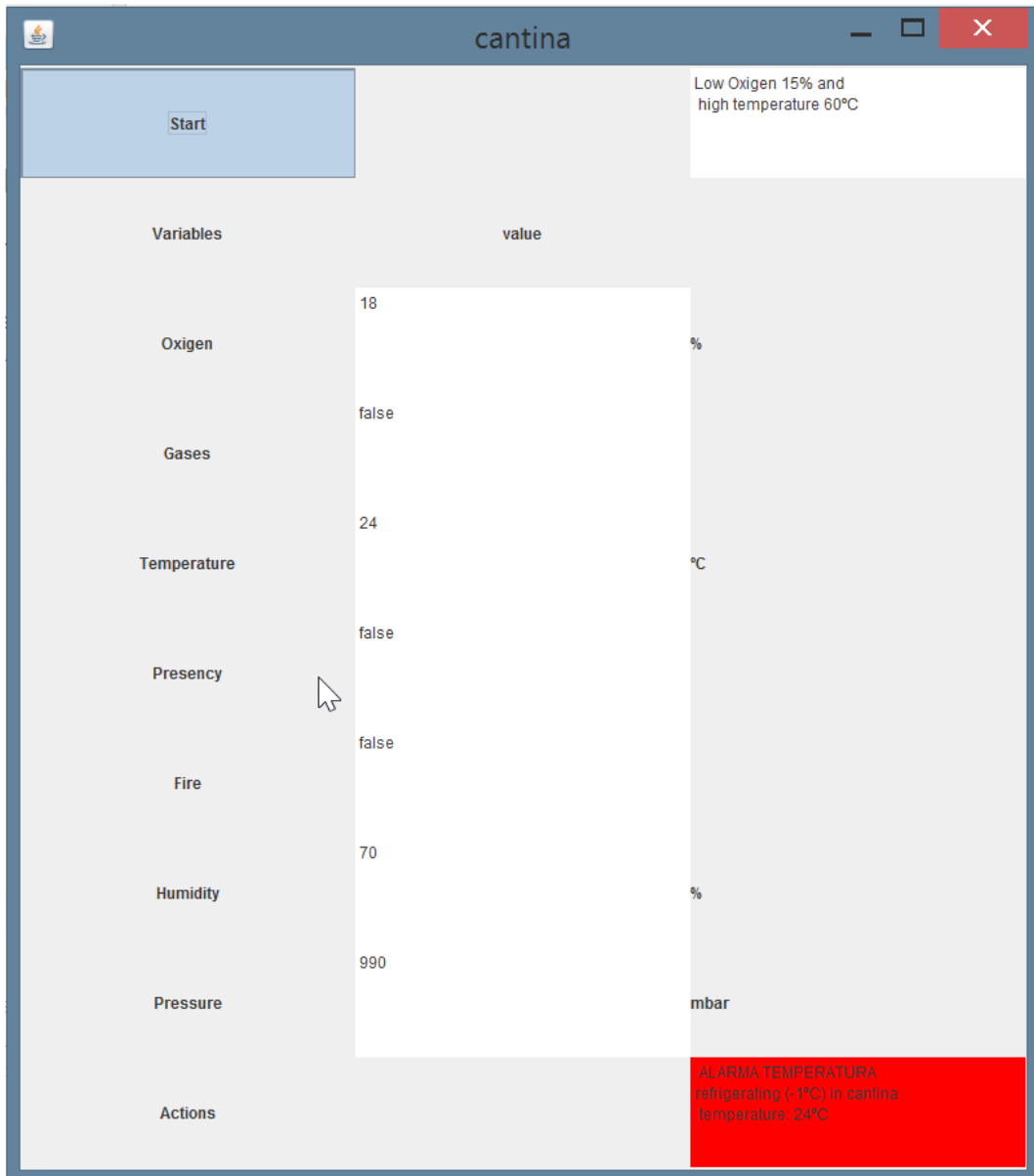


Figura 49: Exemple de simulació automàtica pas 6

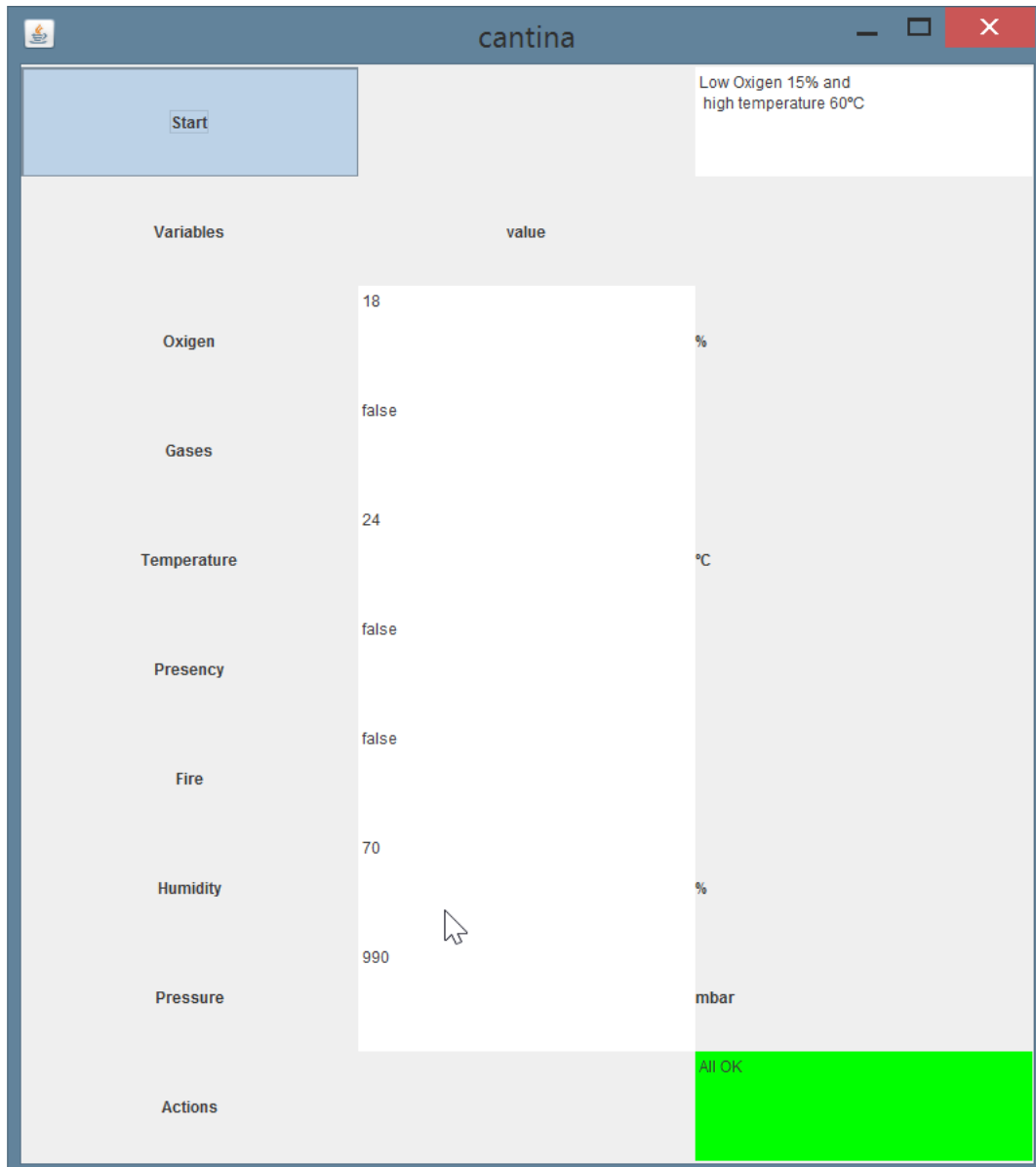


Figura 50: Exemple de simulació automàtica pas 7

## 6.4. Storm Simulation

Al igual que la simulació anterior, aquesta opció genera una simulació continua i automàtica que comprova com afecten les modificacions dels valors de totes les variables que componen el control de energia en la situació d'una hipotètica tempesta de sorra marciana. La finestra d'aquesta simulació (figura 50) es semblant a la finestra de modificació de variables *Energy* de l'opció *Evaluate Manually*, però amb la diferència de que els valors de les variables no són modificables per l'usuari, sinó que es automàtic. També inclou tres objectes nous:

- el botó d'*Start*, que inicia la simulació,

- un quadre de text a la cantonada superior dreta que informa quina es la modificació que s'ha realitzat
- i un altre quadre de text al centre de l'última línia que mostra les accions i valors actuals de les variables modificades, que actua igual que la finestra de comentaris *d'Energy* de la pantalla principal de l'opció *Evaluate Manually*.

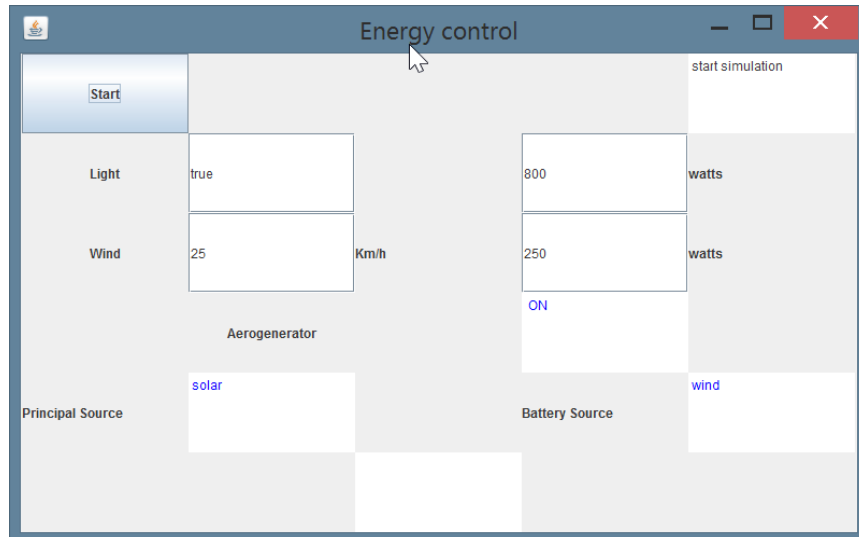


Figura 51: Pantalla Storm simulation

Una vegada s'inicia la simulació, s'augmenta la velocitat del vent progressivament fins que arriba als 95km/h, simula l'obscuritat creada per la tempesta al arribar el vent als 40 km/h, i així es comprova que les fonts d'energia per a la Principal Source i la Battery Source canvien. Al moment que la velocitat del vent supera els 90km/h aerogenerador es desactiva. Al arribar als 95 km/h comença a disminuir la velocitat del vent fins a tornar als nivells inicials. A continuació es mostren unes instantànies d'aquests punts (figures de la 51 a la 55).

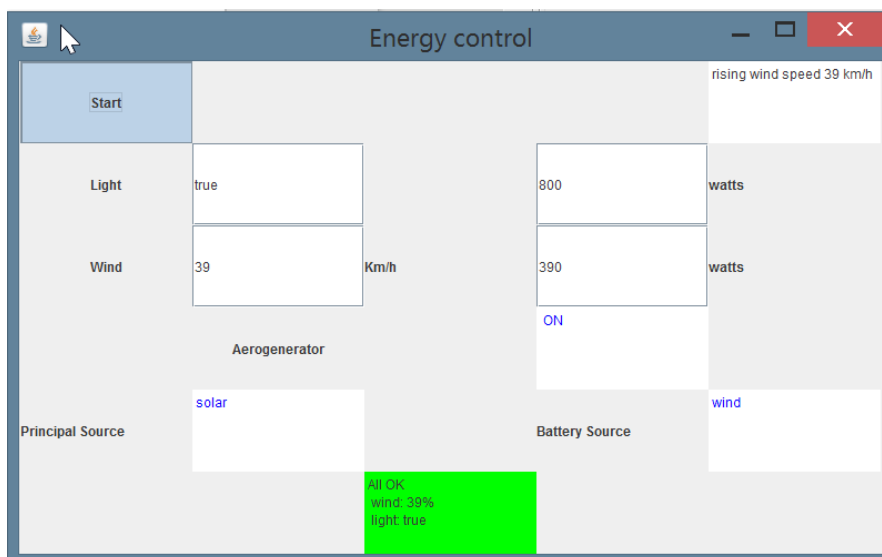


Figura 52: Exemple de simulació tempesta pas 1

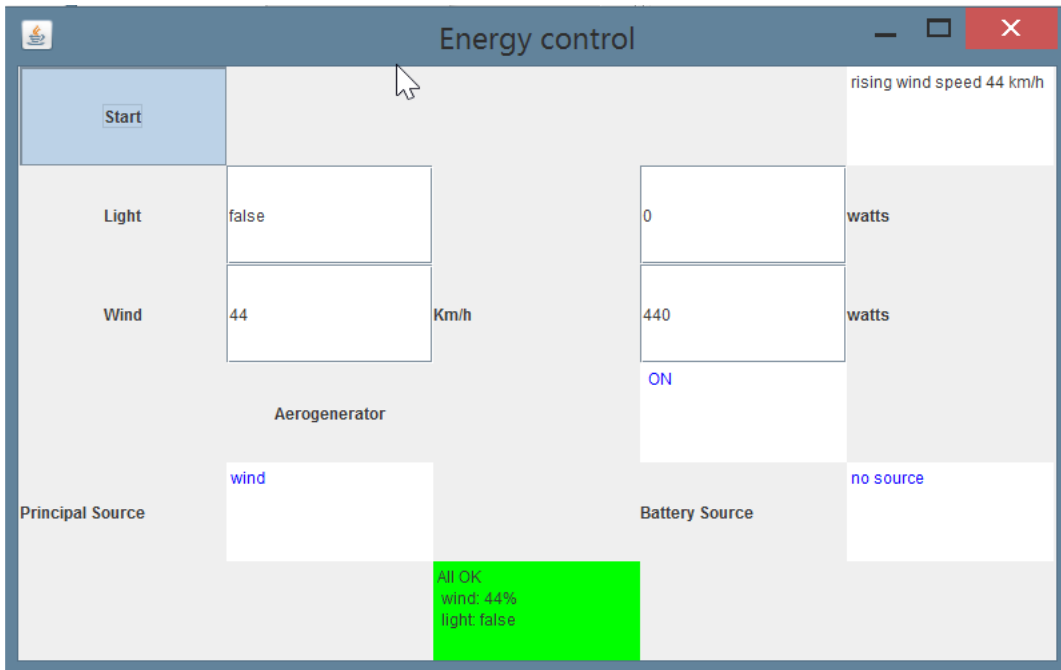


Figura 53: Exemple de simulació tempesta pas 2

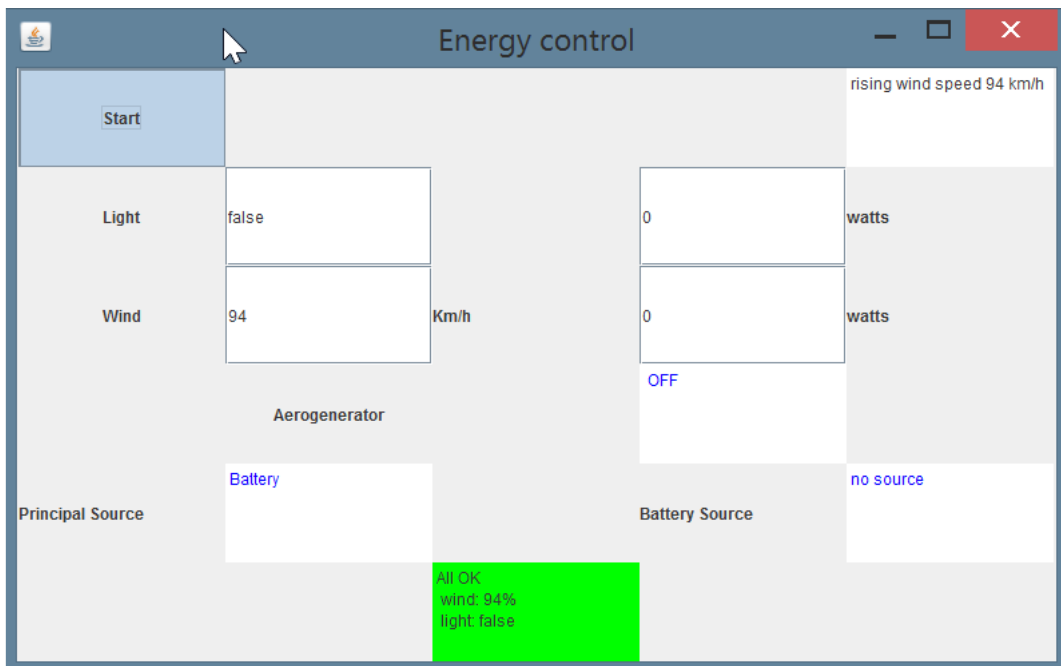


Figura 54: Exemple de simulació tempesta pas 3

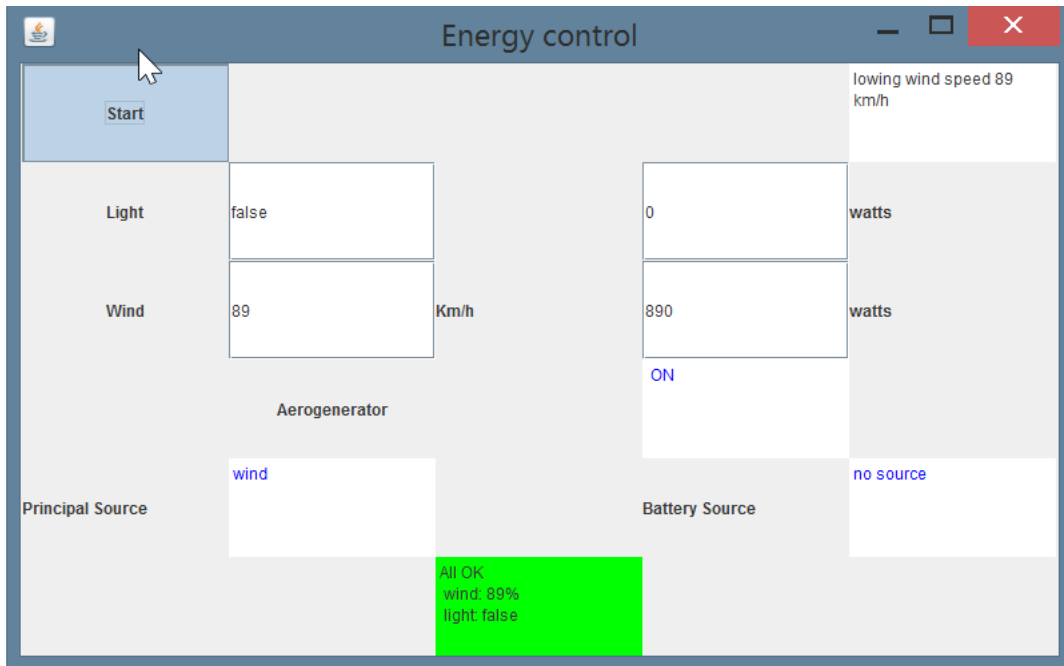


Figura 55: Exemple de simulació tempesta pas 4

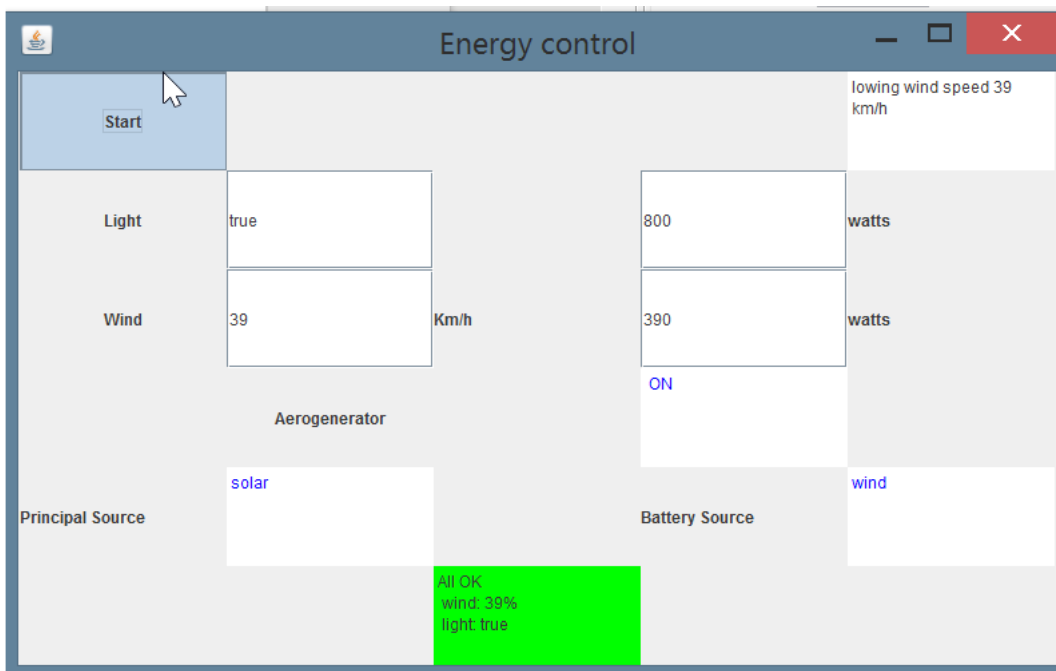


Figura 56: Exemple de simulació tempesta pas 5



## 7. Conclusions

L'objectiu general d'aquest treball de final de grau era implementar un programa en Java que simules el control d'un habitacle amb sistema domòtic on es pugues experimentar amb les diferents condicions d'un entorn hostil. Aquest objectiu s'ha assolit creant una aplicació que permet diferents tipus de simulació. S'han dissenyat diferents blocs de regles tan per lògica borrosa com per lògica tradicional creant un sistema que retorna les accions necessàries per a mantenir un ambient idoni per la vida humana.

En el aspecte personal, s'han adquirit coneixements sobre la lògica difusa i el seu funcionament, de la seva programació i de com treballar amb ella juntament amb la lògica tradicional. Es una temàtica molt ampla amb moltes aplicacions que inclou conceptes interessants.

El resultat del treball és fàcilment ampliable, amb aspectes senzills i petits com és la incorporació de variables noves a controlar com la radiació, el control de portes de comunicació entre les diverses cambres o la superfície, com plantejar la idea de que l'habitable estigues a la superfície i per tant tenir en compte les variables de l'exterior i no només de l'interior. Inclús seria factible, en aquesta cas, tenir una plantilla de diferents entorns amb els diferents rangs de valors de les variables.

## 8. Glossari

Definició dels termes i acrònims més rellevants utilitzats dins la Memòria.

**Aerogenerador:**

Generador d'energia elèctrica que s'acciona amb la força del vent.

**Anemòmetre:**

Dispositiu per mesurar la velocitat del vent.

**Baròmetre:**

Dispositiu que mesura la pressió atmosfèrica.

**CO<sub>2</sub>:**

Formula química del Diòxid de carboni.

**Comparador de consum:**

Dispositiu que identifica si es necessita més o menys energia que la que s'està produint.

**Control d'atmosfera:**

Conjunt de dispositius que mesuren les diferents concentracions de gasos trobats a l'atmosfera d'un espai tancat.

**Domòtica:**

La domòtica consisteix en la creació d'habitatges i edificis automàtics amb la finalitat de millorar-ne la gestió energètica i la qualitat de vida dels seus habitants.

**Energia eòlica:**

Energia produïda per la força del vent per a generar electricitat.

**Energia solar:**

Energia produïda per la llum o calor del Sol per la generació d'electricitat.

**Estació espacial internacional:**

Centre d'investigació en l'òrbita terrestre amb administració, gestió i

desenvolupament a càrrec de la cooperació internacional.

**Fuzzificar:**

En la utilització de la lògica difusa transformar una variable numèrica a un rang o conjunt.

**Fuzzy:**

Difús/a, borrós/a. En referència a la lògica borrosa.

**Higròmetre:**

Dispositiu que mesura la humitat relativa del aire.

**Histèresi:**

Dependència d'un sistema amb el seu estat anterior.

**IDE:**

*Integrated Development Environment* (entorn de desenvolupament integrat) Programa amb el que es pot implementar codi.

**Inclinació axial:**

Angle que formen l'eix de rotació d'un planeta amb la perpendicular al pla de la seva òrbita al voltant del Sol.

**ISS:**

International Space Station (*veure: Estació Espacial Internacional*).

**Lògica borrosa (lògica difusa):**

En anglès fuzzy logic. És una metodologia que proporciona una manera simple d'obtenir una conclusió a partir d'informació d'entrada imprecisa. Tracta d'imitar com una persona pren decisions basada en informació amb les característiques mencionades.

**Magnetosfera:**

Regió al voltant d'un planeta en la que el camp magnètic d'aquest desvia la major part del vent solar formant un escut protector contra les partícules carregades de alta energia procedents del Sol.

**Mart:**

Quart planeta del Sistema solar segons la proximitat al Sol.

**mbar:**

Mil·libar. Unitat de mesura de la pressió.

**Moviments tectònics:**

Moviments del mantell terrestre que pot provocar activitat sísmica i volcànica.

**N:**

Formula química del Nitrogen.

**O<sub>2</sub>:**

Formula química del Oxigen.

**°C:**

Graus centígrads. Unitat de mesura de la temperatura.

**Radiació còsmica:**

Partícules subatòmiques procedents del espai exterior les quals la seva energia, degut a la seva gran velocitat, és molt elevada.

**Radiació solar:**

Radiació solar es el conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel Sol.

**Sensor fotoelèctric:**

Dispositiu electrònic que respon al canvi de la intensitat de la llum.

**Sistema híbrid:**

Sistema que combina al menys dos tipus de energia per a produir electricitat.

**Sol:**

Estrella central del Sistema Solar.

**sol:**

Dia Marcia. Període de rotació del planeta Mart.

**Translació:**

Període de temps que tarda un planeta en completar la seva orbita al voltant de Sol, mesurat en dies terrestres.

**Tubs de lava:**

Coves volcàniques, normalment en forma de túnels, formats durant l'activitat volcànica.

**Vent solar:**

El vent solar és un flux de partícules que sorgeixen de l'atmosfera d'una estrella.

**Wattímetre:**

Dispositiu que mesura la potència elèctrica en una part del circuit.

## 9. Bibliografia

- Anjali Baghel; , Tilotma Sharma *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Survey on Fuzzy Expert System.Mtech (IT Department), MIT .2013*
- Anthony V. Arundel, Elia M. Sterling, Judith H. Biggin, and Theodor D. Sterling; «*Indirect Health Effects of Relative Humidity in Indoor Environments*» *Environmental Health Perspectives* Vol. 65, pp. 351-361, 198
- Armaroli, Nicola; Balzani, Vincenzo. "Towards an electricity-powered world". *Energy & Environmental Science*. 4 (9): 3193. doi:10.1039/c1ee01249e. (2011)
- Badescu, Viorel. *Mars: Prospective Energy and Material Resources (illustrated ed.)*. Springer Science & Business Media. p. 600. ISBN 978-3-642-03629-3. (2009)
- Buckley, J. J., Siler, W., & Tucker, D. A fuzzy expert system. *Fuzzy Sets and Systems*, 20(1), 1-16. (1986).
- Cingolani, P., & Alcalá-Fdez, J. (2012, June). jFuzzyLogic: a robust and flexible Fuzzy-Logic inference system language implementation. In *Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE), 2012 IEEE International Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
- Descone gut; "Climate of Mars". [https://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_of_Mars) (17/02/2017)
- Descone gut; «*Environment Control and life Support System (EclSS)*» <http://wsn.spaceflight.esa.int/docs/Factsheets/30%20ECLSS%20LR.pdf> (12/03/2017)
- Descone gut; «*Submarino*»; <https://es.wikipedia.org/wiki/Submarino>; (10/03/2017)
- Descone gut; "Colonization of Mars". [https://en.wikipedia.org/wiki/Colonization\\_of\\_Mars](https://en.wikipedia.org/wiki/Colonization_of_Mars) (25/11/2017)
- Descone gut; "Extraterrestrial skies". [https://en.wikipedia.org/wiki/Extraterrestrial\\_skies](https://en.wikipedia.org/wiki/Extraterrestrial_skies) (06/04/2017)
- Descone gut; "Mars exploration program". <https://mars.nasa.gov/> (28/02/2017)
- Descone gut; "Marte". [https://es.wikipedia.org/wiki/Marte\\_\(planeta\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta)) (20/02/2017)
- Descone gut; "Wind power". [https://en.wikipedia.org/wiki/Wind\\_power](https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power) (06/04/2017)

*Elon Musk. "Elon Musk: I'll Put a Man on Mars in 10 Years". Market Watch. New York: The Wall Street Journal. 2011*

*European Spacial Agency. Environment Control and life Support System (ECLSS) of International Space Station.*

*Glatte Jr H. A.; Motsay G. J.; Welch B. E. "Carbon Dioxide Tolerance Studies". Brooks AFB, TX School of Aerospace Medicine Technical Report. SAM-TR-67-77. 1967.*

*Kandel, Abraham. Fuzzy expert systems. CRC press, 1991.*

*Lambertsen, C. J. (1971). "Carbon Dioxide Tolerance and Toxicity". Environmental Biomedical Stress Data Center, Institute for Environmental Medicine, University of Pennsylvania Medical Center. IFEM. Philadelphia, PA. Report No. 2-71. Retrieved 2008-05-02.*

*Liu, Junjun; Mark I. Richardson; R. J. Wilson "An assessment of the global, seasonal, and interannual spacecraft record of Martian climate in the thermal infrared" (PDF). Journal of Geophysical Research. 108 (5089): 5089. Bibcode:2003JGRE..108.5089L. doi:10.1029/2002JE001921. 2003.*

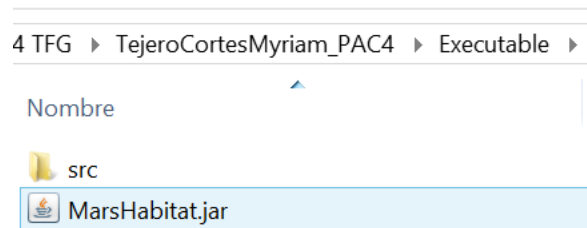
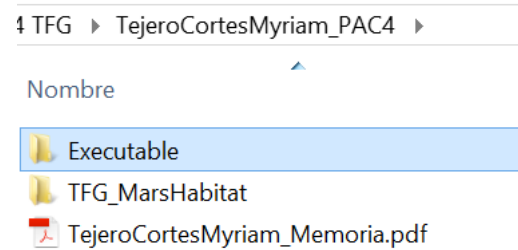
*National Aeronautics and Space Administration NASA's Journey to Mars Pioneering Next Steps in Space Exploration October 2015*

*Pettit, E.; "Radiation Measures on the Planet Mars". Publications of the Astronomical Society of the Pacific. 36 (9): 269–272. Bibcode:1924PASP...36..269P. JSTOR 40693334. (September 1924)*

# 10. Annexos

## Annex I: Guia d'instal·lació

Per poder executar l'aplicació s'ha de copiar la carpeta *Executable* al lloc des d'on es vulgui executar. Una vegada estigui situada, només s'ha de fer doble clic al arxiu *MarsHabitat.jar* per engegar-la.





## Annex II: Eines d'implementació

### 1. Eclipse

Per la realització d'aquest treball s'ha escollit la IDE de programació Eclipse versió Mars<sup>[1]</sup> i el llenguatge Java versió 7 (jre7)<sup>[2]</sup>. Les raons d'aquesta elecció són que la IDE és accessible i es la que més coneixements tinc. Igualment Java és el llenguatge que més he utilitzat i que aporta que treball resultant pot ser executat des de qualsevol plataforma.



### 2. Jfuzzylogic

El simulador implementat en Java requereix la utilització de lògica difusa pel mecanisme d'inferència. Una eina que permet un enllaç ràpid és jFuzzyLogic<sup>[3]</sup>.

La llibreria jFuzzyLogic presenta les següents característiques:

- La llibreria té el seu propi llenguatge FCL per a la definició de variables, termes i regles que simplifica molt el treball de la seva implementació.
- Facilita la utilització de varies variables d'entrada diferents i la seva utilització per a les regles.
- És molt útil alhora de fer gràfiques.

Per aquest projecte s'han presentat unes variables senzilles i que, pràcticament no tenen dependències entre elles, per tant la simplificació de les regles és màxima.

1. <https://www.eclipse.org/mars/> (2016)

2. <http://www.oracle.com/technetwork/es/java/javase/downloads/jre7-downloads-1880261.html> (2016)

3. <http://jfuzzylogic.sourceforge.net/html/index.html> (12/11/2017)

```

FUZZIFY temp
    TERM Too_cold := (0, 1) (13, 0) ;
    TERM cold := (12, 0) (15,1) (18,0) ;
    TERM warm := (17, 0) (21,1) (25,0);
    TERM hot := (24, 0) (27,1) (30,0);
    TERM Too_hot := (29, 0) (35, 1);
END_FUZZIFY

DEFUZZIFY salida
    TERM calefaccio_rapida := (0, 1) (13, 0) ;
    TERM calefaccio_normal := (12, 0) (15,1) (18,0) ;
    TERM do_nothing := (17, 0) (21,1) (25,0);
    TERM refrigeracio_rapida := (24, 0) (27,1) (30,0);
    TERM refrigeracio_normal := (29, 0) (35, 1);

    METHOD : COG;
    DEFAULT := 0;
END_DEFUZZIFY

RULEBLOCK No1
    AND : MIN;
    ACT : MIN;
    ACCU : MAX;

    RULE 1 : IF temp IS Too_cold THEN salida IS calefaccio_rapida;
    RULE 2 : IF temp IS cold THEN salida IS calefaccio_normal;
    RULE 3 : IF temp IS warm THEN salida IS do_nothing;
    RULE 4 : IF temp IS hot THEN salida IS refrigeracio_rapida;
    RULE 5 : IF temp IS Too_hot THEN salida IS refrigeracio_normal;
END_RULEBLOCK

```

*Exemple de codi en FCL utilitzant la llibreria JfuzzyLogic.*