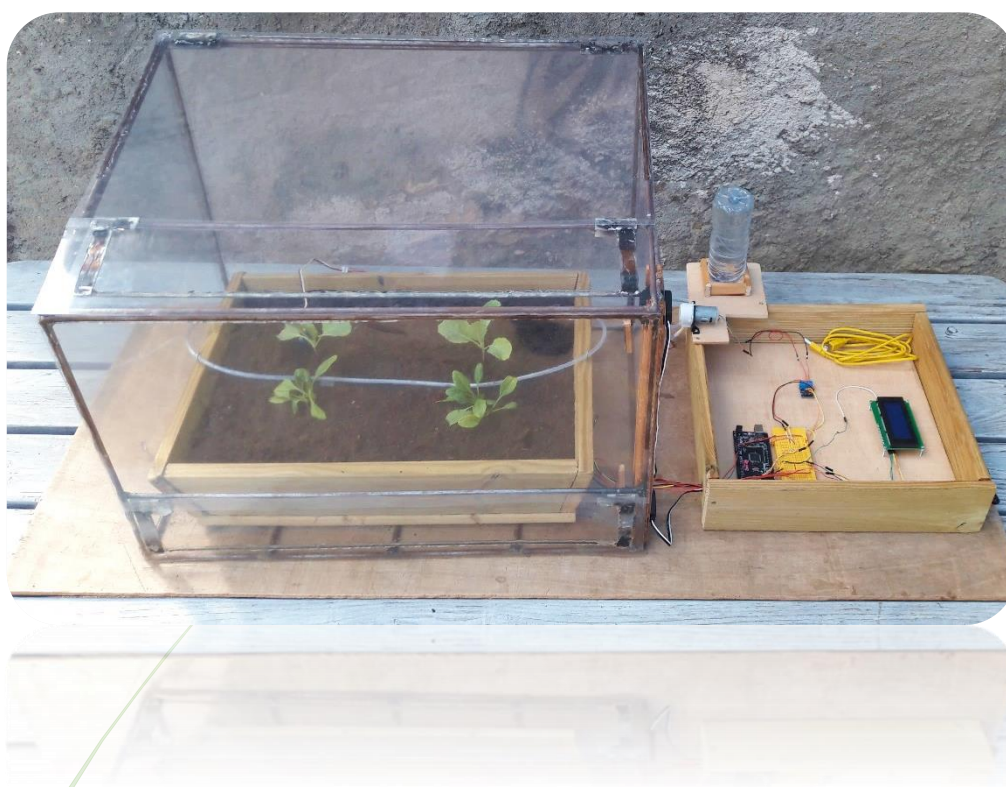


Construcció d'un hivernacle automatitzat

Treball de recerca



Narcís Planellas Fargas

Tutora: Lola Ortiz

2n Batxillerat científic-tecnològic

Curs: 2019 – 2020

INS de Celrà

8 d'octubre de 2019

Abstract

Castellà

En este trabajo se explica lo necesario para construir un invernadero automatizado. Empezando explicar qué es la domótica y en qué ámbitos se puede aplicar para, a continuación, ver sus aplicaciones. Se explican los diversos tipos de invernadero, sus ventajas y desventajas. Se exponen las posibles automatizaciones que éstos pueden tener como, por ejemplo, sistema de ventilación automático, sistema de calefacción, sistema de riego...

También hay una explicación sobre electrónica aplicada a las automatizaciones, con una breve introducción al mundo de Arduino y las placas base. Una vez explicado esto. Hay además una breve explicación de cómo programar en Arduino y (en general) las placas base, que usan lenguajes con alguna similitud.

A partir de este punto, empieza la explicación de todo el procedimiento práctico. En este apartado se incluyen el diseño de la estructura, la programación del sistema de control y el proceso de construcción, así como el presupuesto y las conclusiones. Todos ilustrados con imágenes del proceso y de los esquemas de montaje.

Observando el presupuesto y los resultados obtenidos, puedo concluir que saldría mucho más barato y serviría más aplicar la automatización a un invernadero mucho más grande que mi maqueta.

Anglès

On this research project you are going to find the necessary explanations to build your own automatized greenhouse. First of all, it explains what is domotics (or home automation) and in which ways we can use it and find it in our daily routine. In addition, you are going to find the different types of greenhouse to build and their advantages or disadvantages. Also, it is explained the different automatizations that a greenhouse can have on it like for example the watering system or the air out system.

Additionally, there is an explanation about electronics applicated to automatizations. With a brief introduction to the world of Arduino and motherboards. Once it is explained, there is as well a brief demonstration to learn how to programme with Arduino and (on general) motherboards, that tend to use similar languages.

After that point, it starts the explanation of my process, starting with my design for the greenhouse. First of all, I did the three views (front view, side view and bird's-eye view) and a draft with perspective of my greenhouse. With the sizes that I believed that would be the better ones for me, to visualize how was it going to be once finished. After that point, there is an explanation of the electronics. Starting by the program I did for it. Then, there are some circuit diagrams about the electronical connections.

Evaluating the budget and the final results, I have concluded that it would be way better to build a bigger greenhouse. It would be cheaper after buying the electronics. As I said, the only things that would change are the sensors and actuators. So, it would be more efficient to automatize a big greenhouse than a small one, taking in count the budget.

Índex

1. Introducció	3
2. Objectius.....	4
3. La domòtica	5
4. Tipus d'hivernacles	7
5. Electrònica per a l'automatització	12
6. Programació	14
6.1. Scratch (Snap!)	15
6.2. Arduino amb C++	16
7. Automatitzacions dels hivernacles.....	16
8. El meu hivernacle	18
8.1 Disseny / estructura	18
8.1.1. Vistes i perspectiva	19
8.2. Electrònica.....	20
8.2.1. El meu programa	20
8.2.2. Muntatge electrònic	32
8.3. Materials	35
8.4. Eines	36
8.5. Procés de construcció	37
9. Pressupost	45
10. Conclusions.....	46
10.1. Possibles millores.....	47
11. Webgrafia	48
12. Agraïments	50
13. Annexos	51
13.1. Diari del procés de construcció.....	51

“A alguna gent no li agrada el canvi, però necessites abraçar-lo si l'alternativa és el desastre”

-Elon Musk-

1. Introducció

Des del principi tenia molt clar la temàtica que tindria el meu treball de recerca. Sobretot tenia clar que volia enfocar-lo en l'àmbit científic-tecnològic. Més aviat cap al tecnològic.

Vaig estar buscant temes que em fossin d'interès i en vaig trobar uns quants de molt interessants: En primer lloc, relacionat amb el medi ambient, valorar la coneixença de la gent sobre la crisi climàtica i els excedents de plàstics. També havia pensat que seria bo fer un treball sobre ètica en l'àmbit de la intel·ligència artificial: buscar punts de vista en aquest debat i finalment donar la meva opinió i la meva conclusió. També vaig pensar a fer un treball sobre l'obsolescència programada enfocant-lo de manera similar al de la IA. Finalment, i pels motius que exposaré a continuació, vaig decidir-me per construir i dissenyar des de zero una maqueta funcional d'hivernacle automatitzat.

Les raons per les quals em vaig decantar per aquesta opció són ben senzilles. Primerament perquè el meu pare es dedica a l'agricultura ecològica i em seria d'ajut a l'hora de cultivar les plantes. A més, ell és soci d'una cooperativa (HORTEC) a Mercabarna en la qual hi ha un tècnic en agricultura que de tant en tant visita als pagesos i vaig pensar que també em podria ser d'ajut. Una altra raó és perquè faig robòtica d'extraescolar i soc el programador de l'equip, per tant, programar la part electrònica i muntar-la em seria relativament fàcil.

2. Objectius

- Construir una maqueta funcional d'un hivernacle automatitzat.
- Aprendre a soldar ferro, programar plaques d'Arduino^[1] i dissenyar muntatges electrònics.
- Dissenyar un hivernacle eficaç, de fàcil construcció, rendible i barat. Automatitzat, a petita escala.
- Programar correctament cada un dels components del muntatge electrònic i crear un programa que em permeti fer que algun d'aquests actuï segons els inputs dels altres.
- Avaluar la meua capacitat per dissenyar solucions a les adversitats durant el muntatge i programació de l'hivernacle.

La metodologia que he fet servir per aconseguir els anteriors objectius és la de seguir un procés de construcció: buscar informació, pensar possibles solucions, triar un disseny, adquirir el material, construir l'estructura i programar el sistema de control. Finalment avaluar el resultat obtingut.

Per documentar tot el procés he fet fotografies de cada pas i he anat explicant el dia a dia. Ho he recollit en un diari, que està a la part d'annexos.

He fet recerca per programar correctament cada component mitjançant la pàgina web oficial d'Arduino, bàsicament. També he cercat sobre l'estructura i materials usats en aquesta i sobretot m'he hagut d'informar molt sobre els components electrònics que tenia, els que necessitava i les seves característiques/especificacions tècniques.

[1]: **Arduino** és una plataforma *open-source* que permet a estudiants i a professionals, programar plaques base de manera simplificada i fàcil de fer servir i interactuar amb aquestes. L'objectiu és fer més accessible el disseny i programació de circuit electrònics.

3. La domòtica

La domòtica^[2] és una branca de l'enginyeria i també de l'arquitectura que s'ocupa de l'automatització d'habitatges o edificis que la requereixin amb la finalitat de millorar la gestió energètica d'aquest i també de millorar la qualitat de vida (en el cas dels habitatges).

Les instal·lacions de domòtica són, bàsicament, una unificació de tots els sistemes de control en una única xarxa de comandament, creant el que s'anomena llar digital. El que entendríem com a panell de control.

Pots controlar i monitoritzar tot el que passa de diverses maneres: A través d'internet, d'un telèfon mòbil... La finalitat de tot això és, en el cas dels edificis, agilitzar la feina dels que hi treballen, fer unes instal·lacions més segures i optimitzar els recursos de què disposem. En el cas dels habitatges serveix per augmentar, també, la seguretat. Per augmentar el nivell de vida i reduir així els treballs domèstics.

Cal esmentar que la utilització d'energies renovables com per exemple l'energia solar, eòlica, fotovoltaica, mareomotriu... tenen un paper molt important dins la domòtica.

Algunes de les àrees en que incideix la domòtica són les següents:

- **Sistemes d'avisos dirigits a l'usuari**

Solen ser sistemes com per exemple alarmes de tot tipus. Des d'alarmes de moviment, a alarmes de gasos o temperatura. Normalment solen estar dotades d'un sensor que mitjançant l'estació domòtica crea un avis d'alarma.

[2]: La paraula **domòtica** prové de la unió entre les paraules *domus* (que en llatí significa casa) i *autònom* (del grec: αὐτόνομος. Significa: "que es governa a sí mateix").

- **Telecomunicacions**

En aquest àmbit la domòtica permet la transmissió de veu o dades entre un grup de dispositius de la xarxa local. Per exemple dispositius com el *Google Home* amb una bombeta intel·ligent. Aquests estan connectats per LAN^[3], és a dir hi ha una xarxa domèstica de dispositius connectats entre si.

- **Seguretat**

Els components que formen mecanismes de seguretat com per exemple el tancament de finestres, persianes o portes i tot tipus d'alarmes són considerats elements domòtics de seguretat. Si és requerit es pot crear un avís, fins i tot, per assistència mèdica i a la policia.

- **Sistemes de control i automatització**

En aquests sistemes la domòtica incideix en el subministrament energètic o de recursos com per exemple aigua, gas, menjar... També incideix en els tancaments de persianes, electrodomèstics, portes o automatitzacions lligades amb l'horari com per exemple l'encesa de llums.

[3]: Una xarxa **LAN** (de l'anglès *Local Area Network*) és un tipus de xarxa informàtica que es caracteritza per el seu caràcter "local", és a dir, de curta distància. La finalitat és connectar dispositius d'una mateixa àrea entre si. Creant un circuit tancat. Un exemple de xarxa LAN seria el Wi-Fi o també l'Ethernet.

4. Tipus d'hivernacles

- **Hivernacle de tipus parral o pla**

Són hivernacles que es construeixen en zones on hi hagi poc risc de pluja intensa i continuada. Pel que fa a l'estructura, ja que es construeix en llocs de poca pluja, no consta d'un teulat inclinat o dissenyat per drenar l'aigua. Sinó que l'estructura és literalment rectangular com es pot apreciar a la foto.



Fig. 1: Hivernacle de tipus parral

Font: www.estructuresforts.com

L'hivernacle consta de dos estructures: La vertical i la horitzontal. La vertical serien els suports rígids i la horitzontal seria el material que tapa l'hivernacle, és a dir el que aguanten els suports. Normalment l'estructura horitzontal també conté dos malles d'acer galvanitzat per tal d'aguantar la lona o el material que cobreix l'hivernacle.

Pel que fa a les mides, varien segons els requeriments però l'altura sol oscil·lar entre 2,15m i 3,5m.

- **Avantatges:** La construcció d'aquest tipus d'hivernacles sol ser molt econòmica i senzilla. Cosa que els fa populars entre els productors.
- **Inconvenients:** No hi ha gaire volum d'aire, cosa que fa que la ventilació d'aquest sigui poca. A més, instal·lar finestres o obertures per ventilar és complicat ja que s'hauria de modificar tota l'estructura per fer que aquestes puguin funcionar correctament. A més, té poca resistència a forts vents a causa de l'estructura.

- **Hivernacle capella**

Els hivernacles de capella es caracteritzen per tenir un sostre inclinat cap a un o dos costats, com en el cas de la imatge. Aquest està dissenyat per aguantar millor els vendavals i les pluges. Permet la unió de diverses naus per tal de crear una matriu d'hivernacles de tipus capella i optimitzar així l'espai i els recursos (També anomenat hivernacle de doble capella o de capella modificat).



Fig. 2: Hivernacle de tipus capella

Font: www.estructuresforts.com

Com es pot comprovar a la imatge l'estructura consta de dos parts bàsiques, les parets amb els seus suports i la coberta.

Normalment aquests hivernacles es solen recobrir de PVC o de vidre.

- **Avantatges:** Construcció i manteniment molt fàcils de realitzar. El sistema de ventilació és fàcil d'instal·lar i es pot fer molt ampli (a la part superior). Drena fàcilment l'aigua pluvial.
- **Inconvenients:** El teulat ha d'estar inclinat mínim 25º per poder drenar bé l'aigua.

- **Hivernacle túnel o semicilíndric**

Els hivernacles de túnel estan dissenyats per a cultius de poca superfície i de poc tamany com enciams, albergínies, pastanagues... Aquests hivernacles són dels més barats ja que l'estructura és molt simple, resistent i a més permet moure-la quan es vulgui.



En quant a la composició de l'estructura, està formada per arcs d'acer i coberta per una lona de polietilè tensat.

Fig. 3: Hivernacle semicilíndric

Font: www.estructuresforts.com

- **Avantatges:** Fàcil construcció ja que s'adquireix per peces prefabricades (generalment). Resistència al vent, fàcil ventilació. El sostre permet una bona entrada per la llum, cosa que fa que hi hagi poques ombres
- **Inconvenients:** No es pot aprofitar l'aigua de la pluja a causa de l'estructura semicilíndrica. Tenen poca durabilitat i no permeten grans extensions de producte amb un sol hivernacle. Poc volum d'aire, cosa que crea una inèrcia tèrmica.

- **Hivernacle dents de serra**

Aquests hivernacles són una variant dels de tipus capella que es fa servir a zones on hi ha moltes precipitacions i radiació solar. Aquests tenen el teulat inclinat de manera que té només una vessant. La inclinació sol ser d'entre 5º i 15º i l'acoblament en bateria d'aquests dona lloc a l'hivernacle "dents de serra".



Fig. 4: Hivernacle dents de serra

Font: www.estructuresforts.com

- **Avantatges:** Molt bona ventilació ja que té obertures zenitals (al sostre) i obertures frontals. Cosa que fa que circuli molt bé l'aire. Els materials per a la construcció d'aquests hivernacles no són excessivament cars.
- **Inconvenients:** Contenen poc volum d'aire, cosa que fa que augmenti la temperatura fàcilment i s'hagi d'estar ventilant constantment en èpoques càlides. La construcció d'aquest hivernacle ha de tenir en compte un sistema de drenatge de l'aigua ja que aquesta es podria acumular i acabaria trencant el sostre.

- **Hivernacle Venlo**

Aquests hivernacles són els que es fans servir més per jardineria i per fer servir el vidre com a recobriment ja que no té curvatures i l'estructura és bastant simple. Són com els hivernacles de tipus capella, de fet, podríem dir que són una variació d'aquests. L'estructura consta de dos parets altes i un teulat amb dos vessants, és a dir, com el de tipus capella. La diferència és que el grau d'inclinació del sostre és molt menor i les parets són la major part de l'estructura.



Fig. 5: Hivernacle Venlo

Font: www.estructuresforts.com

Com es pot apreciar, també es poden posar en bateria creant així una zona més ampla per al conreu.

- **Avantatges:** Té una bona ventilació gràcies a la seva estructura ja que al ser una estructura alta (en general), hi ha més volum d'aire i fa que la ventilació sigui molt bona. L'estructura és prefabricada, cosa que facilita la construcció d'aquest. A més l'estructura permet un bon aïllament tèrmic entre l'interior i l'exterior.
- **Inconvenients:** Degut a la complexitat de l'estructura es creen moltes zones d'ombreig i a més, l'espai de cada mòdul és molt reduït. Per això es solen posar bastants mòduls en bateria. La construcció d'aquest hivernacle és la més cara de tots els que hi ha, cosa que el fa més car que tots els altres. Tant per materials com per complexitat de l'estructura.

5. Electrònica per a l'automatització

En gairebé tots els sistemes automatitzats s'utilitza l'electrònica per facilitar i agilitzar certes feines. En un sistema de control (posem per exemple el del meu hivernacle), se sol complir el següent esquema:

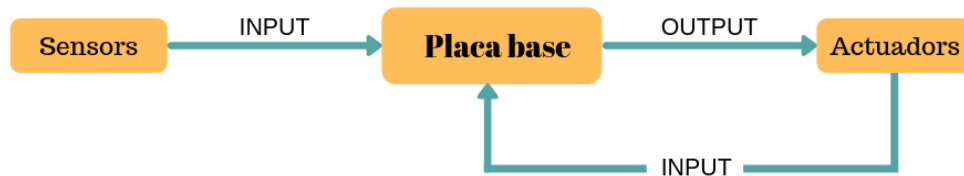


Fig. 6: Esquema d'un sistema automatitzat

Font: Pròpia

Com es pot observar hi ha uns sensors (que podrien ser per exemple d'humitat) els quals envien un "INPUT" (és a dir una senyal de dades) a la placa base. Aquesta normalment sol ser una lectura d'entre 0 i 1024 i normalment és la resistència que ofereix aquest sensor, que varia segons la variable que mesura, en el meu cas, la humitat. Així doncs, la placa base o sistema de control rep les dades i segons aquestes envia una senyal "OUTPUT" als actuadors (per exemple un motor o una pantalla). Els actuadors estan programats perquè en rebre aquella senyal s'accionin i facin el que se'ls ha dit que facin en rebre la senyal específica. Per exemple, girar el motor 90º o mostrar per pantalla un valor o paraula.

Però això no acaba aquí. Hi ha actuadors que poden retornar (o no) si és requerit, un "INPUT" a la placa base. Per exemple, la placa base pot demanar al servomotor (actuador) que li digui en quina posició (en graus, rotacions, radians...) està actualment. Sent això la senyal que retorna l'actuador "INPUT". Fent així que torni a començar el cicle.

Com a casi tots els sistemes de domòtica es solen utilitzar elements electrònics que serveixen de base de dades per processar-les i interpretar-les. Així doncs es necessitarà una placa base. En el meu cas és una Arduino Mega 2560 REV3. La que es veu a la següent imatge, on es pot apreciar els diferents pins i per a què serveix cada un.

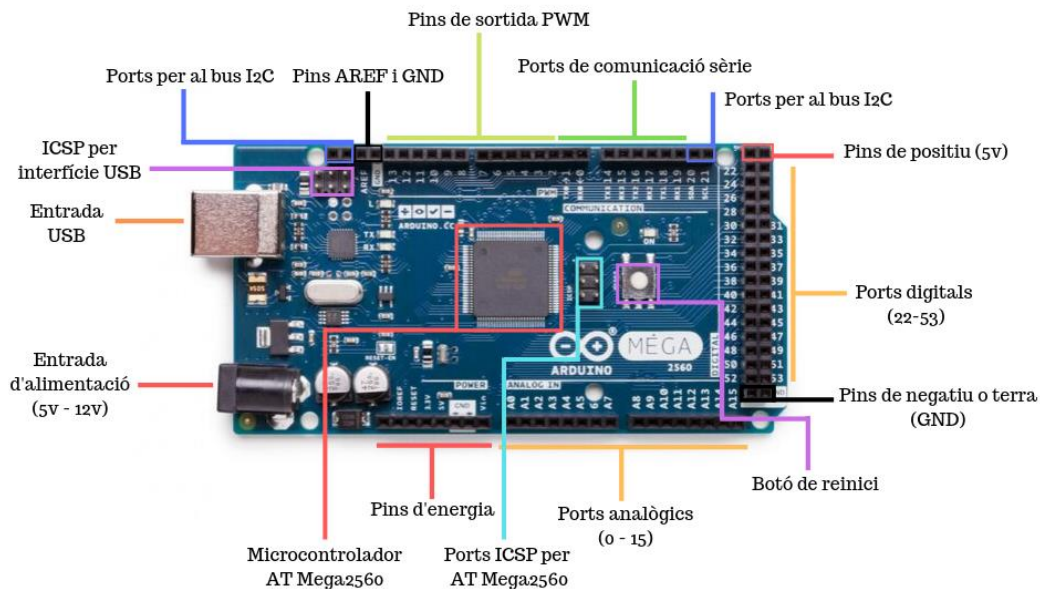


Fig. 7: Esquema placa Arduino Mega2560 REV3

Font: Pròpia

Bàsicament aquestes plaques són ordinadors en miniatura.

Evidentment no és l'únic component que requerirà un sistema automatitzat. Aquest requereix d'uns sensors que serveixen per recol·lectar dades com per exemple el percentatge d'humitat del sòl o la temperatura ambient. Aquestes dades són enviades a la placa base i, com he dit abans, aquesta les interpreta segons el que se li hagi programat i a continuació activa els actuadors que se li hagin programat.

Els actuadors podrien ser motors, bombes d'aigua, calefactores, ventiladors. Bàsicament obeeixen les ordres donades per la placa base i són els que afecten mecànicament.

6. Programació

Pel que fa a la programació de les plaques base, Arduino ha desenvolupat un llenguatge de programació per codi, propi, molt semblant a C++ (El llenguatge de programació més comú entre els que comencen en el món de la programació). Més endavant explicaré aquest llenguatge i on podem trobar les llibreries^[4].

La majoria de plaques base siguin d'Arduino, Raspberry Pi o pròpies d'alguna marca d'electrònica solen utilitzar algun dels següents llenguatges de programació: C++, C, Python, Java o JavaScript.

No obstant això, ja que Arduino està encarat també cap als estudiants de primària, secundària, universitat, cicles formatius... han tingut en compte que com a mínim els estudiants de primària no els seria fàcil programar amb codi i els resultaria més fàcil un llenguatge amb codi simplificat, més visual i intuïtiu. Aquest s'anomena *Scratch For Arduino* o també, com en diuen els creadors, *Snap!*. El nom (*Scratch For Arduino*) prové de la col·laboració que van fer amb els creadors de l'Scratch, creat originalment per què els estudiants poguessin programar jocs i que posteriorment poguessin aplicar-ho a la robòtica. Així doncs, *Snap!* És un llenguatge com Scratch però adaptat per controlar els components d'Arduino. Aquesta iniciativa va ser duta a terme per un grup de recerca a Barcelona l'any 2013.

Actualment es pot programar descarregant-se l'aplicació d'escriptori que t'ofereixen o fer-ho via online ja que tenen una pagina web habilitada per programar online.

[4]: **Llibreries:** Una llibreria és com un arxiu ZIP. És un fitxer que simplifica i fa que siguin més entenedors alguns mètodes o fins i tot n'afegeix de nous. Si es vol, es poden modificar les llibreries o fins i tot crear-ne de noves. Aquestes solen estar creades per terceres persones.

A vegades una llibreria pot requerir d'una altra per funcionar correctament. Podríem dir que funcionen exactament igual que si importem un altre fitxer (programa) i utilitzem les funcions o variables guardades en aquest.

6.1. Scratch (Snap!)

Snap for Arduino és un llenguatge de programació relativament jove i que es basa en la programació per blocs. És a dir programes per “passos”. Per exemple:

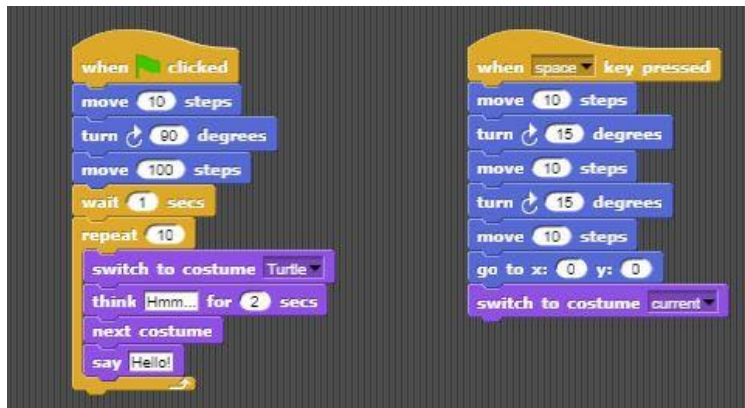


Fig. 8: Exemple de programa amb Snap! for Arduino

Font: Pròpia

Les bases d’aquest llenguatge són les mateixes que amb codi l’únic que et limita a fer accions de les quals hi hagi un bloc com es pot apreciar a la fotografia següent. En canvi per codi el límit està fins on un sap programar i fer estructures per el programa.



Fig. 9: Imatge de les diferents opcions per programar

Font: Pròpia

Podríem dir així doncs, que aquests blocs són un representació gràfica de les línies de codi que escriuríem, però simplificades i com he dit abans, més intuïtives. Per exemple podem trobar el típic condicional de codi “IF” passat a blocs:



Fig. 10: Exemple d’estructura d’un “if”

Font: Pròpia

6.2. Arduino amb C++

Com he mencionat al principi, Arduino es pot programar també a través del seu llenguatge de codi, que és la forma més eficaç per programar sistemes complexos. Es basa en el llenguatge de programació C++, que és una variant del llenguatge C i C#.

Abans de començar a escriure el codi, sempre s'ha d'importar les llibreries de cada component que volem fer servir (si les requereix). Per exemple un LED no requereix llibreries ja que si passa corrent s'encén i si no, no. En canvi una pantalla LCD o un servomotor sí ja que s'interactua amb aquests. No és simplement deixar passar la corrent o no, també s'envien dades (bytes).

El que haurem de fer per incloure llibreries és fer clic on posa *programa*, a la part superior de la pantalla, i llavors farem clic a *incluir librería*. Allà haurem de buscar i seleccionar la que volem. Podríem dir que és un núvol on es pengen totes les llibreries i es van actualitzant automàticament.

7. Automatitzacions dels hivernacles

En els hivernacles, els sistemes que més es solen automatitzar són els de rec, ventilació, calefacció (si n'hi ha), l'alimentació energètica dels sistemes mitjançant plaques fotovoltaïques i els panells solars tèrmics. També es sol crear i automatitzar un sistema de recollida d'aigües pluvials per a reutilitzar-les.

- **Sistema de rec**

Mitjançant un o varis sensors d'humitat es determina el percentatge d'aquesta en el sòl (i si convé en l'ambient). Tot seguit, si és necessari s'engegarà el sistema de rec amb la bomba (i els aspersors si n'hi ha).

Posar rec per aspersió en un hivernacle no és molt bona idea ja que ajuda a la creació de fongs perjudicials per les plantes.

- **Sistema de ventilació**

Fent ús d'un o més sensors de temperatura s'analitzen les dades de temperatura i si aquesta supera un límit especificat, mitjançant uns motors o servomotors, s'obren les finestres o conductes de ventilació. El sistema de ventilació varia molt segons el tipus d'hivernacle ja que l'estructura és diferent.

En alguns hivernacles es requerirà de l'ús d'engranatges o un sistema de pinyó-cremallera. Per exemple en alguns hivernacles de tipus capella es fan servir engranatges de tipus planetari per obrir els conductes de ventilació. Se situen a la part més alta.



Fig. 11: Imatge d'un sistema de ventilació

Font: www.estructuresforts.com

- **Sistema de calefacció**

Pel que fa al sistema de calefacció, dependrà molt de l'hivernacle i la situació geogràfica. Aquest sistema està directament vinculat amb el sistema de ventilació ja que seria el procés invers a la ventilació. Per tant l'únic que hauríem d'afegir és una caldera o mecanisme que ens permeti escalfar més l'hivernacle.

- **Sistema de recollida d'aigües pluvials**

Aquest sistema pot o no estar automatitzat electrònicament ja que es pot fer també mecànicament. Consisteix en aprofitar la inclinació del teulat de l'hivernacle per, a través d'unes canals, recollir l'aigua pluvial i emmagatzemar-la en un dipòsit per posteriorment regar les plantes.

D'aquesta manera s'estalvia aigua i consum energètic per transportar aquesta fins a l'hivernacle.

- **Sistema de reaprofitament de l'aigua de regadiu**

També hi ha sistemes de reaprofitament de l'aigua emparada per regar. I és que l'aigua es filtra a través de la terra i acaba en un dipòsit que es situa just sota d'on es planta. De manera que l'aigua que no s'absorbeix es reaprofitat per regar. D'aquesta manera s'estalvia encara més aigua i s'evita l'aparició de fongs.

- **Sistema d'alimentació energètica**

Aquest sistema es pot considerar automatitzat i autosuficient quan la part elèctrica de l'hivernacle s'alimenta a través de plaques fotovoltaïques o algun altre tipus d'energia renovable produïda en el lloc. Fent així que aquest no sigui dependent d'una xarxa elèctrica. Sinó que es produeix el que necessita.

8. El meu hivernacle

8.1 Disseny / estructura

Vaig estar buscant quines eren les millors estructures que podien tenir els hivernacles i com he explicat abans, cada una té les seves característiques, avantatges i inconvenients. Vaig preguntar i informar-me una mica més sobre les estructures. Vaig arribar a la conclusió de que fer una estructura de capella (o similar) seria la millor opció per una maqueta. No és una estructura fàcil ni barata de fer però en quant a facilitat per a la ventilació i espai interior, és la que millor s'ajustava. Vaig decidir, però, tallar per la meitat l'estructura del de capella i que aquesta part fos el meu hivernacle ja que una estructura de capella m'hagués comportat molta feina i més material, amb tot el que comporta això (diferents maneres de ventilar més de dos comportes si es vol fer simètric, més car a causa del tamany).

Un cop vaig tenir clara com havia de ser més o menys la forma, vaig començar a fer un esbós en paper en perspectiva cònica per visualitzar-ne millor el volum i acabar de decidir les mides finals. Per tal d'així poder imaginar-me millor com seria l'hivernacle amb perspectiva i així també podria decidir (a escala) les mides que més m'agradaven i m'anaven bé.

Al següent apartat es poden veure les tres vistes que vaig proposar de l'hivernacle i la vista amb perspectiva. Vaig fer dos dissenys (amb mides diferents) i finalment em vaig decantar per el segon disseny, que és el que mostro a continuació.

8.1.1. Vistes i perspectiva

Vistes:

Alçat

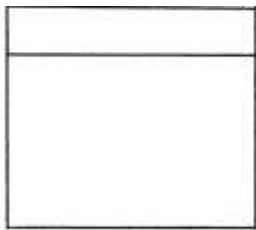


Fig. 13: Vista d'alçat de l'hivernacle

Font: Pròpia

Perfil

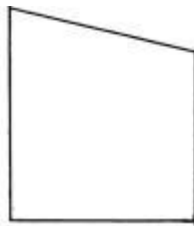


Fig. 13: Vista de perfil de l'hivernacle

Font: Pròpia

Planta

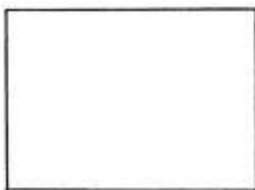


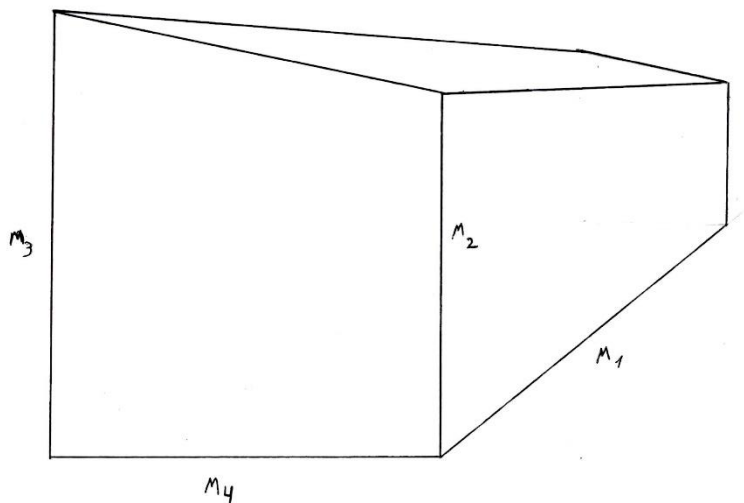
Fig. 14: Vista de planta de l'hivernacle

Font: Pròpia

$$\begin{aligned}M_1 &= 65 \text{ cm} \\M_2 &= 45 \text{ cm} \\M_3 &= 55 \text{ cm} \\M_4 &= 48 \text{ cm}\end{aligned}$$

Fig. 15: Vista amb perspectiva de l'hivernacle

Font: Pròpia



8.2. Electrònica

8.2.1. El meu programa

Previ:

- Protocol I²C i resistències pull-up

El protocol I²C és un bus de comunicació de dades desenvolupat per Philips Semiconductors, l'any 1982 (actualment formen part de l'empresa *Qualcomm*, la fabricant de microprocessadors). El nom d'aquest bus prové de l'anglès *Integrated Integrated circuit* d'aquí l'I². S'utilitza principalment per a la comunicació interna entre diferents parts d'un circuit. En el que hi ha un controlador o varis (*Master*) i uns perifèrics o controlats (*Slave*). Amb aquest sistema es té una placa *Master* enviant dades en els *Slave* i aquests esperen a rebre la dada que s'ha programat perquè facin alguna funció.

És a dir, si tinc varis controlats però només en vull fer funcionar un en aquest moment, hauré programat que en rebre “X” dada aquest s’activi. Aquest sistema ens permet tenir fins a 128 dispositius com a *Slave*. Aquests es connecten en sèrie amb el circuit principal. Com es mostra a la imatge següent:

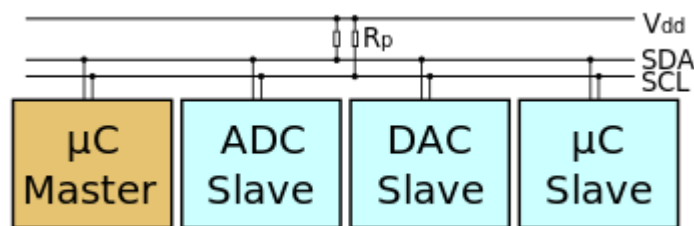


Fig. 16: Esquema d'un bus I²C

Font: <https://ca.wikipedia.org>

Com es pot apreciar a l'esquema hi ha unes resistències amb nom R_p . Aquestes resistències solen ser de $10k\Omega$ i es diuen resistències de tipus *pull-up*, serveixen per ajustar les lectures de valors ja que els pins funcionen per voltatge (on $5V = HIGH$ i pràcticament $0V = LOW$). Aquesta resistència fa que la lectura no s'alteri per altres factors (externs o no) que poden provocar lectures errònies no desitjades.

La freqüència de funcionament pot ser com a màxim de 100 kHz (o de 400 kHz en mode ràpid) tot i que normalment pot funcionar a qualsevol freqüència inferior.

En aquest circuit, com he dit abans, hi pot haver varis dispositius *Master* connectats amb uns quants *Slave*, però només pot haver-hi un controlador enviant dades a un controlat. No n'hi poden haver dos alhora per al mateix *Slave*.

Cada un dels dispositius té una adreça de 7 bits que ha de ser única al bus i per a cada dispositiu. D'aquesta manera, podem escollir a quin component volem adreçar-nos. Per fer això, un *Master* introdueix al bus l'adreça del dispositiu *Slave* que vol adreçar-se amb el bit menys significatiu a 0 o 1, segons vulgui accedir-hi per llegir (1) o per escriure (0), a continuació posa l'adreça del qual vol llegir o escriure i a continuació la dada a escriure o la dada de resposta. La unitat de treball del bus és de 8 bits (1 byte) així que si cal transmetre més dades caldrà enviar les dades fragmentades byte a byte.

El codi

Pel que fa al programa que he dissenyat per l'hivernacle, consta de dues parts principals que controlen les diverses funcions.

Primerament importo les llibreries necessàries per controlar la pantalla i els servomotors.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <Servo.h>
```

Fig. 17: Imatge de les funcions "#include"

Font: Pròpia

La funció " #include " ens permet importar cada llibreria. Per fer-nos una idea, és com si li expliquessis al programa que a partir d'ara hi haurà noves funcions que podràs cridar.

Serviran per controlar el que hagi inclòs. Per exemple els servos.

La llibreria "<Wire.h>" s'afegeix, en aquest cas, juntament amb la de la pantalla "<LiquidCrystal_I2C.h>" ja que aquesta llibreria (*Wire.h*) ens permet enviar bytes fent servir el protocol I²C.

Tot seguit, declaro que hi ha dos servos i una pantalla i n'especifico el nom que faré servir per referir-me a cada un (ventBaix, ventDalt, lcd).

```
Servo ventBaix;
Servo ventDalt;

LiquidCrystal_I2C lcd (0x27, 20, 4);
```

Fig. 18: Imatge de la declaració de servos i pantalla

Font: Pròpia

Al fer servir el protocol I²C la pantalla té una adreça que mitjançant un programa proporcionat a la web d'Arduino pots saber quina és. En aquest cas serà "0x27".

El següent és especificar les dimensions d'aquesta (20 x 4) ja que n'hi pot haver de molt més grans o de més petites.

Ara sí, podem declarar totes les variables generals ja que n'hi ha que declararem més endavant en el programa o bé les modificarem. A més, declarem els pins de la placa on hi ha cada component

```
int posBaix = 0;
int obert = 0;
int regant = 0;
int boto = 0;
int runing = 0;

char opcio = 'A';

const int PinBoto = 22;

int TempSensor = A2;
int MoistureSensor = A0;
int OutputValue ;

int IA1 = 32;
int IA2 = 34;
```

Fig. 19: Imatge de les variables

Font: Pròpia

Haurem d'anar amb compte amb el nom de la variable ja que pot ser que sigui igual que el d'alguna funció, com és el cas de "runing", perquè hi ha una funció que es diu "running" i no ens serveix ja que el programa no sabia què fer en aquest punt.

Com es pot veure a la imatge (Fig. 19) hi ha diverses variables, totes de tipus *int* excepte una que és de tipus *char*, el nom del tipus és l'abreviatura de l'anglès *character* que vol dir caràcter. Els altres són *integers* és a dir números enters. Els pins de la placa si és que són analògics se'ls ha d'incorporar una "A" abans del número perquè sinó per defecte ens agafa el pin digital.

Pel que fa a les variables, són les que ens permetran controlar bucles i interrompre'ls quan vulguem. La variable "posBaix" ens serveix per controlar a quina posició volem que es moguin els servomotors juntament amb la variable "obert", que és la que ens dirà si en aquest moment el sistema de ventilació està en posició oberta.

A continuació tenim les de "regant", "boto" i "runing" que ens serveixen per controlar el sistema de rec automàtic o manual. La variable "boto" és la que farà que el sistema es posi en estat manual o no, cosa que eliminarà la utilitat de les altres dos mentre estigui en manual.

En quant a la variable “regant”, serveix per saber si s’ha donat l’ordre de començar a regar i “runing” ens dona la informació de si la bomba està funcionant en aquest moment. Els valors de totes aquestes variables seran les següents: 0 = no / 1 = sí.

A continuació declarem totes les funcions que farem servir per controlar tota l’electrònica.

```
void controladorVariables();  
void controladorRegadiu();  
void controladorBomba();  
void controladorVentilacio();  
void controladorOpcions();  
void controladorLecturesTemp();
```

Fig. 20: Imatge de les funcions a cridar

Font: Pròpia

Posteriorment declaro les variables que serviran per calcular la temperatura i iniciar una actualització de la pantalla juntament amb la resta de funcions. L’actualització es produirà quan la variable sigui 1 i no es produirà fins que torni a ser 1 ja que un cop actualitzada la pantalla, la variable es torna a posar a 0.

Les variables que podem apreciar a la següent imatge serveixen per separat a la de la d’actualització que he explicat. Aquestes variables de temperatura són del tipus *float* ja

que aquest tipus ens permet emmagatzemar molts decimals si és necessari. Cosa que ens facilita el càlcul i fa que sigui més exacte.

```
float temperatura1 = 0;  
float temperatura2 = 0;  
float temperatura3 = 0;  
float temperatura4 = 0;  
float temperatura5 = 0;  
float temperatura6 = 0;  
float temperatura7 = 0;  
float temperatura8 = 0;  
float temperaturaBONA = 0;  
  
int actualitzacio = 1;
```

Fig. 21: Imatge de les variables de temperatura

Font: Pròpia

Ara sí, comença la part d'inicialització del programa en que especifico si hi ha d'haver alguna posició inicial o variable inicial. Aquesta part es fa una sola vegada, al connectar la placa, i prou.

Fig. 22: Imatge de la inicialització del programa

Font: Pròpia

```
void setup () {

    Wire.begin();
    lcd.begin(20, 4);
    lcd.clear();
    Serial.begin(9600);

    ventDalt.attach(42);
    ventBaix.attach(44);

    pinMode(IA1, OUTPUT);
    pinMode(IA2, OUTPUT);

    pinMode(PinBoto, INPUT);

    ventDalt.write(80);
    delay(1000);
    ventBaix.write(40);
}
```

Primer indico que ha de començar una transmissió de dades mitjançant la llibreria “<Wire.h>”, li especifico que ha d'inicialitzar la pantalla i tot seguit esborrar tot el que hi hagi en aquesta. En segon lloc li diem que els dos servomotors estan als ports 42 i 43 digitals i que els ports en que estan les variables IA1 i IA2 són de sortida de dades o sigui “output”. Tot seguit li diem que el pin en que està localitzada la variable “PinBoto” és de sortida de dades “input”. Finalment poso els servomotors en una posició inicial la qual és la de sistema de ventilació tancat.

A continuació, el programa entra en un bucle de repetir la mateixa funció. Bàsicament és: fes la funció (implica esperar tot el que dura a acabar-se) i espera't 100 mil·lisegons a tornar a començar-la.

Aquesta funció és la que anteriorment he mencionat que implicava les altres. Per dir-ne d'altre manera, serveix de director d'orquestra.

Fig. 23: Bucle inicial del programa

Font: Pròpia

```
void loop ()
{
    controladorLecturesTemp();

    delay (100);
}
```

Aquesta funció consta de tres parts: A la primera, fa 8 lectures de temperatura en el període d'1,6 segons i les emmagatzema a les variables de temperatura que he explicat al començament, mitjançant un doble condicional en que mira quantes lectures es porten fetes per emmagatzemar la següent lectura a la variable adequada.

```

} else if (temperatura6 == 0 && temperatura5 != 0){

    int tempSensorInput = analogRead(A2);

    float voltatge = tempSensorInput * 5.0;
    voltatge /= 1024.0;

    temperatura6 = ((voltatge - 0.5) * 100 ) - 10.6;

```

Fig. 24: Imatge de la funció per llegir la temperatura

Font: Pròpia

Un cop fetes totes les lectures, envia el senyal que hi ha d'haver una actualització de la pantalla i a continuació fa una mitjana de les vuit temperatures i emmagatzema la dada a la variable "temperaturaBONA".

```

if (actualitzacio == 1){

    temperaturaBONA = (temperatura1 + temperatura2 + temperatura3 + temperatura4 + temperatura5 + temperatura6 + temperatura7 + temperatura8) / 8;
    actualitzacio = 0;

// TEMPERATURA

    lcd.backlight();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temperatura: ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Humitat: ");

    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print(temperaturaBONA);

// HUMITAT

    OutputValue= analogRead(A0);
    OutputValue = map(OutputValue, 0, 720, 0, 100);
    lcd.setCursor(9, 1);

```

Fig. 25: Imatge del programa que fa que mostri la temperatura i humitat per pantalla

Font: Pròpia

A la segona part, mostra per pantalla a la localització especificada aquesta temperatura. Després d'això analitza el valor de la humitat que dona el sensor d'humitat i el mostra per pantalla escalant a 100 (percentatge) la lectura que dona de màxim 720 i mínim 0.

La tercera part, fa que les funcions “controladorVariables” i “controladorRegadiu” s’inicialitzin. Llavors esborra les dades emmagatzemades a les vuit variables de temperatura i s’espera 20 mil·lisegons.

Fig. 26: Imatge del programa on reinicia les variables de temperatura

Font: Pròpia

```

        delay(120);
        controladorVariables();
        controladorRegadiu();

        temperatura1 = 0;
        temperatura2 = 0;
        temperatura3 = 0;
        temperatura4 = 0;
        temperatura5 = 0;
        temperatura6 = 0;
        temperatura7 = 0;
        temperatura8 = 0;

    }
    delay(20);
}
}

```

La funció “controladorVariables” serveix per controlar el sistema de ventilació a partir de la lectura de temperatura.

```

void controladorVariables(){

// VENTILACIO

    if (temperaturaBONA >= 29 && obert == 0){

        delay(200);
        Serial.print("Obrint... ");
        obert = 1;
        controladorVentilacio();
        delay(120);

    } else if (temperaturaBONA <= 28 && obert == 1){

        delay(200);
        Serial.print("Tancant... ");
        obert = 0;
        controladorVentilacio();
        delay(120);

    }
}

```

Fig. 27: Imatge de la funció que controla les variables

Font: Pròpia

Bàsicament utilitzo, mitjançant la variable obert, un doble condicional per assegurar-me així que realment ha de fer el moviment d'obrir o el de tancar (depenent dels valors).

A la mateixa hora en que s'activen els servomotors canviem la variable i la col·loquem en el seu estat corresponent ja que quan hem de ventilar (per tant obrir el sistema de ventilació) obert s'haurà de posar en 1 i quan hem de tancar obert s'haurà de posar en 0 un cop obert o tancat, respectivament. Els motors sabran el que han de fer mitjançant l'activació de la funció "controladorVentilació" i la variable "obert". Aquí, també, faig ús d'un condicional per comprovar si els servomotors s'han de posar en una posició o en l'altre.

```
void controladorVentilacio(){  
    if (obert == 1){  
        Serial.println("Obert");  
        ventDalt.write(180);  
        delay(3000);  
        ventBaix.write(140);  
  
        while (posBaix <= 89){  
            posBaix ++;  
            Serial.println(posBaix);  
  
            delay(20);  
        }  
        Serial.println("FET!!");  
        delay(2000);  
    }
```

Fig. 28: Imatge de la funció que controla la ventilació

Font: Pròpia

Com es pot veure hi ha un petit bucle que fa que es mostri per la consola (pantalla on programo) la posició del servo. Aquest mètode simplement serveix per comprovar que

```
} else if (obert == 0 && posBaix == 90){  
    Serial.println("Tancat");  
    ventDalt.write(80);  
    delay(3000);  
    ventBaix.write(40);  
  
    while (posBaix >= 1){  
        posBaix --;  
        Serial.println(posBaix);  
  
        delay(20);  
    }  
}
```

Fig. 29: Imatge de la funció que controla la ventilació

Font: Pròpia

l'estructura del programa funciona correctament. Un cop completat, per la consola es pot llegir que s'ha fet el que havia de fer. I el mateix per tancar el sistema. L'únic que aprofito i faig un doble condicional per el simple fet d'assegurar-me que el servomotor està en posició oberta i s'ha de tancar.

En quant a la funció “controladorRegadiu” activada al principi i que, en conseqüència treballa en paral·lel amb la de la ventilació, puc afirmar que aquesta part del programa és la que més feina m’ha comportat ja que he requerit d’una estructura de programa anomenada *switch* de la qual tenia poca pràctica. Serveix per canviar entre diverses opcions segons una variable.

Primerament declaro que la variable “boto” és la lectura que rebí del pin del botó. Tot seguit comprova l’estat d’aquest.

```
void controladorRegadiu(){  
  
    boto = digitalRead(PinBoto);  
  
    if (boto == HIGH && opcio == 'M'){  
  
        opcio = 'A';  
        Serial.println(opcio);  
        controladorOpcions();  
  
    }else if (boto == HIGH && opcio == 'A'){  
  
        opcio = 'M';  
        Serial.println(opcio);  
        controladorOpcions();  
  
    }else{  
  
        Serial.println(opcio);  
        controladorOpcions();  
  
    }  
}
```

Fig. 30: Imatge de la funció que controla el regadiu

Font: Pròpia

Si està premut i la opció (que inicialment hem dit que fos “A”, o sigui rec automàtic) és “M” doncs vol dir que vull posar-lo en automàtic. Tot seguit mostra per la consola la opció que vull i activarem la funció “controladorOpcions”. Sinó si la opció és “A” es posa en manual i fa exactament el mateix. En cas que no es compleixi cap de les següents condicions (per tant el botó no estarà premut) s’activarà igualment la funció “controladorOpcions”.

Aquest és el *switch* en sí que he esmentat abans. L'estructura a simple vista pot semblar molt lògica però difícil i en realitat és ben senzilla.

```
void controladorOpcions(){  
  
    switch (opcio){  
  
        case 'A':  
  
            Serial.println("Rec automatic  ");  
            lcd.setCursor(0, 3);  
            lcd.print("Rec Aut.");  
  
            if (OutputValue < 30 && regant == 0){  
  
                Serial.print("Regant...");  
                regant = 1;  
                runing = 0;  
                controladorBomba();  
                delay(1020);  
  
            } else if (OutputValue > 80 && regant == 1){  
  
                Serial.print("Regat!!");  
                regant = 0;  
                runing = 1;  
                controladorBomba();  
                delay(1020);  
  
            }  
            delay(200);  
            Serial.println(regant);  
            break;  
    }  
}
```

Fig. 31: Imatge de la funció que controla les opcions del botó

Font: Pròpia

Primerament el declaro amb la variable a analitzar (en aquest cas és la variable “opcio”). Tot seguit incloc els possibles casos. Com es veu a la imatge el primer és el cas en que la opció és “A”. Primerament faig que em mostri per la pantalla LCD que s’ha activat el rec automàtic. Mitjançant un doble condicional comprova el valor de la humitat del sensor i també analitza si en aquest moment s’està regant amb la variable “regant”. Així doncs si el percentatge d’humitat és menor al 30% i no s’està regant, s’activarà la funció que fa que la bomba s’engegui. Poso la variable en regant = 1 i la variable declarada al principi “runing” la poso a 0 ja que en aquest moment no es rega.

Sinó si la variable d’humitat és major al 80% i s’està regant, es posa la variable regant a 0 i la de “runing” a 1 ja que la bomba està funcionant i ha de parar. Tot seguit s’activarà la funció “controladorBomba”. Si aquest cas “A” no es compleix, s’elideix d’aquest i es passa al següent que és el cas “M”, manual.

Aquest és simple, ja que no s'ha d'enegar la bomba i poso les variables de regant i "runing" en el valor com per què aquesta es pari. Tanmateix, hauré d'activar la funció que controla la bomba ja que aquesta farà que es pari si està engegada.

Fig. 32: Imatge de la funció que controla les opcions del botó

Font: Pròpia

```
case 'M':
    Serial.println("Rec Manual ");
    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("Rec Man.");
    regant = 0;
    runing = 1;
    controladorBomba();

    delay(200);
    break;
}
}
```

La ultima funció, la que controla la bomba "controladorBomba", consta d'un condicional dintre un condicional que servirà per controlar si s'ha d'enegar o apagar la bomba.

```
void controladorBomba(){
    if (regant == 0){
        if (runing == 1){
            digitalWrite(IA1, HIGH);
            digitalWrite(IA2, HIGH);

            Serial.println("NO REGUEM");
        }
    } else if (regant == 1){
        if (runing == 0){
            digitalWrite(IA1, HIGH);
            digitalWrite(IA2, LOW);

            Serial.println("REGANT");

            runing = 1;
        } else if (runing == 1){

        }
    }
    delay(20);
}
```

Fig. 33: Imatge de la funció que controla quan enegar de la bomba.

Font: Pròpia

8.2.2. Muntatge electrònic

- Esquema del botó

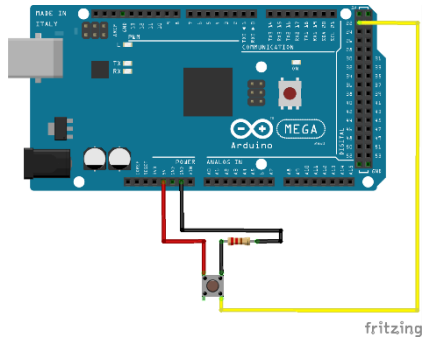


Fig. 34: Esquema del botó

Font: Pròpia

Pel que fa al muntatge d'un botó necessitem un resistor que ajudarà a fer que la lectura del port no sigui errònia i ens detecti que està premut quan no ho està. Com he explicat als previs del meu programa, aquesta resistència fa que les lectures (voltatge) siguin més exactes. La resistència és de 220Ω .

- Esquema del sensor d'humitat

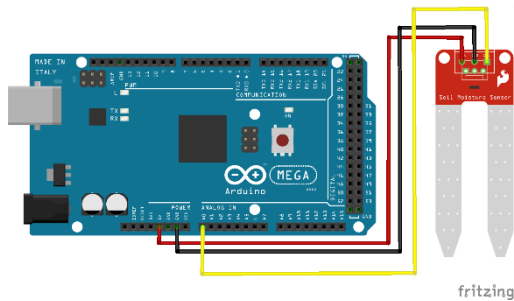


Fig. 35: Esquema del sensor d'humitat

Font: Pròpia

- Esquema del sensor de temperatura

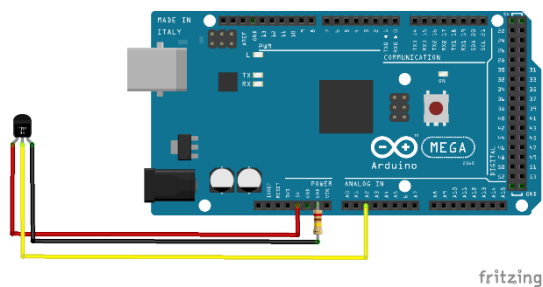
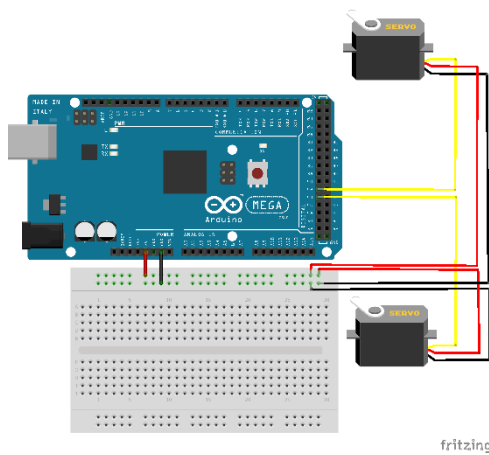


Fig. 36: Esquema del sensor de temperatura

Font: Pròpia

Com es pot apreciar a l'esquema, el sensor de temperatura, també requereix d'una resistència (de $210k\Omega$) que farà la mateixa funció que la del botó. Aquesta és més elevada per les característiques que té el sensor de temperatura (LM36).

- Esquema dels servomotors



Els servomotors aniran connectats (els cables de dades) als pins digitals ja que la informació que li dongui de rotació és un angle i no un *HIGH* o un *LOW* com als ports analògics.

Fig. 37: Esquema dels servomotors

Font: Pròpia

- Esquema de la pantalla

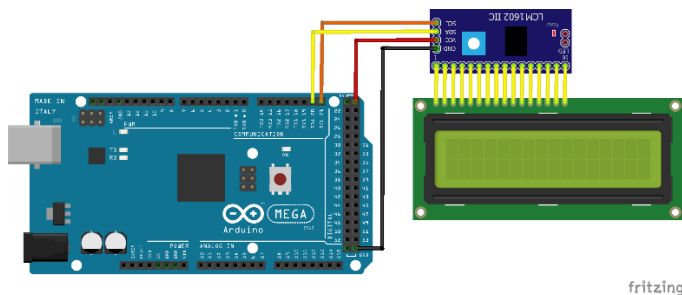


Fig. 38: Esquema de la pantalla

Font: Pròpia

La pantalla podria anar directament connectada a la placa base però sempre és millor estalviar com més ports millor (a part que és més simple de programar així) mitjançant la incorporació del

mòdul I²C per la pantalla, que ens simplificarà les 16 connexions de la pantalla a només 4 i 2 d'opcionals (una de les dos serveix per tenir il·luminat el fons de la pantalla o no).

- Esquema de la bomba

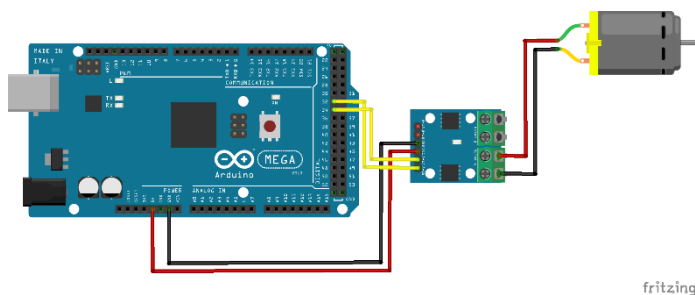


Fig. 39: Esquema de la bomba

Font: Pròpia

La bomba que he fet servir requereix de 6 volts per rendir al màxim, però la placa Arduino només en subministra 5, així que necessitaré un controlador de motors perquè, a part de

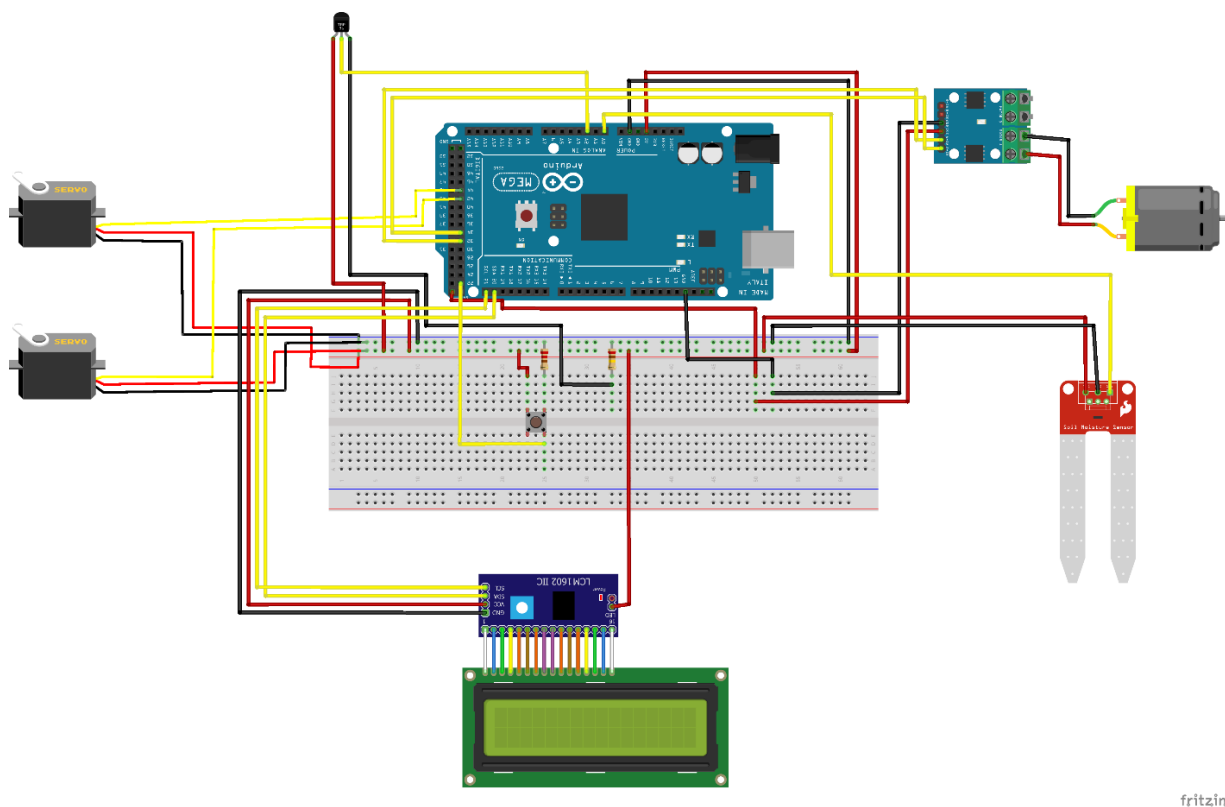
ser un motor que de per si ja fa pujades de tensió, al no arribar-li 5V, les pujades i baixades de tensió són

molt més notòries. Aquest controlador el que fa és minimitzar les pujades i realçar les baixades mitjançant condensadors.

- Esquema final de l'electrònica

Fig. 40: Esquema general de l'electrònica

Font: Pròpia



fritzing

Un entrenador (*proto board*) permet connectar varis components a la mateixa línia, com si ho fas per cables, però ocupant menys espai.

El funcionament és el següent: Les dos línies superiors i inferiors (Les que estan separades de les altres) funcionen horitzontalment, per files. És a dir, si connecto el pin de 5V, tota la fila tindrà aquesta connexió de 5V. En canvi, els pins de l'interior funcionen per columnes.

8.3. Materials

Estructura base de l'hivernacle	<ul style="list-style-type: none"> • Rodó de ferro de 7mm
Recobriments de l'hivernacle	<ul style="list-style-type: none"> • Planxa de PVC transparent (tres planxes de 2 x 2 m) • Silicona
Jardinera	<ul style="list-style-type: none"> • Fusta de jardí amb tractament per a la humitat • Cargols
Obertures de ventilació	<ul style="list-style-type: none"> • Barra d'acer 7 mm (i barra petita d'uns 4mm si es vol) • Xarnera • Fulla d'acer de 2 cm d'ample
Caixó per l'electrònica	<ul style="list-style-type: none"> • Fusta de jardí amb tractament per a la humitat • Fusta de pi • Cargols • Cinta adhesiva
Suport per els Servomotors i mecanisme d'obertura de la ventilació	<ul style="list-style-type: none"> • Fusta de pi • Silicona • Cargols




<p style="text-align: center;">Electrònica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Placa Arduino Mega2560 REV3 • Sensor de temperatura LM36 • Sensor d'humitat SSHU001 • Bomba d'aigua D4 • Servomotors • Pantalla LCD amb I²C integrat • Resistors (210KΩ i 220Ω) • Cables (Bobina mascle) • Cables (Femella) • Botó (<i>Pushbutton</i> NO) • Entrenador (<i>Protoboard</i>) • Controlador motors L9110S
---	--

8.4. Eines




- Soldador elèctric, amb elèctrodes
- Esmolet (anomenat també radial)
- Mascareta de protecció per soldar
- Ulleres de protecció
- Alicates
- Cinta mètrica
- Nivell
- Serjant
- Serra de mà
- Serra d'arquet
- Trepant
- Tornavís (d'estrella i pla)
- Pistola de silicona
- *Cúter*





- Tisoires
- Regle
- Serra d'arquet
- Guants




8.5. Procés de construcció




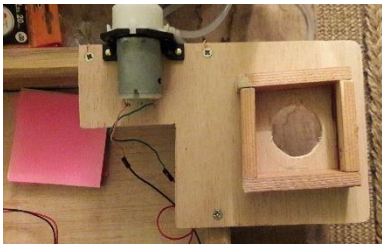
Tasca	Materials/Eines	Procediment	Observacions/Imatge
Tallar rodó de ferro	<ul style="list-style-type: none"> • Esmolet • Rodó de ferro • Cinta mètrica • Ulleres de protecció 	Marco les mides de la base de l'hivernacle (67 x 46 cm) i tot seguit les tallo. Afegeixo dos barres partint el costat llarg en tres (46 cm) (Opcionals) perquè se m'aguanti la jardinera.	
Soldar la base rectangular	<ul style="list-style-type: none"> • Rodó de ferro tallat • Soldador • Mascareta 	Amb el soldador i la mascareta per soldar, soldo la base.	
Tallar rodó de ferro	<ul style="list-style-type: none"> • Rodó de ferro • Esmolet • Cinta mètrica • Ulleres de protecció 	Marco i tallo les mides de les columnes verticals. Les que aguantaran el sostre. (43 x 53 cm)	
Soldar les columnes verticals	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Rodó de ferro tallat • Nivell • Mascareta 	Agafo les barres tallades i amb l'ajuda del nivell les col·loco per soldar-les a la base.	



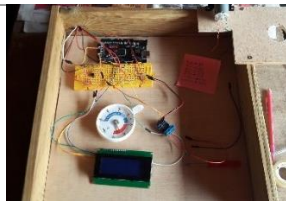
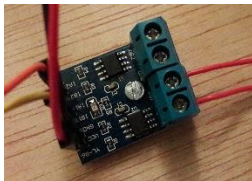
Tallar rodó de ferro	<ul style="list-style-type: none"> Rodó de ferro Esmolet Cinta mètrica Ulleres de protecció 	Marco i tallo les barres inclinades (43 x 53 cm) que formaran el sostre. A continuació les tallo.	
Soldar barres horitzontals del sostre	<ul style="list-style-type: none"> Soldador Rodó de ferro tallat Nivell Mascareta 	Amb el soldador i la mascareta soldo les barres inclinades.	
Tallar la fusta per la jardinera	<ul style="list-style-type: none"> Fusta de jardí Serra de mà Serjant Retolador Cinta mètrica 	Tallo amb la serra de mà, les barres que formaran la base i les parets de la jardinera (de base: 52 x 37 cm amb 4 retalls. De paret, que són trapezis: dos de 37 cm de base i 42 cm de costat llarg. Dos de 52 x 57 cm).	
Acoblar i collar les parets i el terra de la jardinera	<ul style="list-style-type: none"> Cargols Tornavís Trepant Fustes de jardí tallades 	Amb l'ajuda del trepant faig forats per posar els cargols i collar les fustes tallades fent servir el tornavís.	
Tallar rodó de ferro per fer l'obertura gran del sostre (Mateixes mides que el sostre)	<ul style="list-style-type: none"> Rodó de ferro Esmolet Cinta mètrica Ulleres de protecció 	Marco i tallo el rodó de ferro amb les mateixes mides que el rectangle que forma el sostre (el doblo) per tal de poder fer que s'obri, com una tapa.	
Soldar les barres per fer l'estructura del sostre que s'obra	<ul style="list-style-type: none"> Soldador Rodó de ferro tallat Nivell Mascareta 	Amb el soldador i la mascareta, soldo les barres tallades.	


Soldar dos xarneres per l'obertura del sostre a la nova estructura	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Xarneres • Estructura de l'obertura • Mascareta 	A l'estructura que acabo de soldar, mitjançant un retall de fullola d'acer de 7 cm de llarg, hi soldo les dos xarneres que em permetran convertir-la en tapa collant la part més llarga.	
Soldar el conjunt mitjançant les xarneres a l'estructura principal	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Estructura de l'obertura • Mascareta 	Soldo l'altre costat de xarnera a l'estructura principal.	
Tallar rodó per els sistemes de ventilació	<ul style="list-style-type: none"> • Rodó de ferro • Esmolet • Cinta mètrica • Ulleres de protecció 	Marco i tallo el rodó que em servirà per aguantar l'estructura de ventilació. (65 cm)	
Soldar barres per el sistema de ventilació	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Rodó de ferro tallat • Nivell • Mascareta 	Soldo les barres una a la part de davant de l'hivernacle, a baix, i l'altre al sostre, a la part més baixa. Les dos a 13 cm de distància de la part baixa.	
Tallar fulla d'acer i barra petita	<ul style="list-style-type: none"> • Fulla d'acer • Barra petita • Esmolet • Cinta mètrica • Ulleres de protecció 	Tallo una barra d'acer més prima que tenia per casa per ajudar a fer el moviment d'obertura.	
Soldar xarneres a les fulles d'acer	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Xarneres • Fulla d'acer tallada • Nivell • Mascareta 	Soldo una xarnera a una fulla d'acer i l'altra també per tal de fer una extensió per llavors soldar la barra petita.	

Soldar barra petita a la fulla d'acer	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Barra petita tallada • Nivell • Mascareta 	Soldo la barra petita a les dos fulloles (soldades a les xarneres).	
Soldar conjunt al rodó soldat anteriorment	<ul style="list-style-type: none"> • Soldador • Rodó de ferro tallat • Nivell • Mascareta 	Soldo tot el conjunt a la barra gran que hem soldat inicialment a 13 cm de distància.	
Escapçar xarneres	<ul style="list-style-type: none"> • Esmolet 	Amb l'esmolet escapço les puntes de xarnera que sobresurten un cop soldades.	
Repetir procés per la segona obertura			
Cobrir les obertures de ventilació	<ul style="list-style-type: none"> • Planxa PVC transparent • Silicona • Pistola de silicona • Cinta mètrica • Retolador • Cúter 	Mitjançant un cúter i un retolador marco les mides necessàries per cobrir les obertures que acabem de fer amb el PVC transparent. Tot seguit les enganxo amb silicona.	
Cobrir totes les parts de l'hivernacle menys on hi hauran els servos	<ul style="list-style-type: none"> • Planxa PVC transparent • Silicona • Pistola de silicona • Cinta mètrica • Retolador • Cúter 	Retallo, enganxo i cobreixo amb PVC fent servir les mides anteriors de les barres fent que sobrin uns mil·límetres	

Tallar i polir els suports per els servos	<ul style="list-style-type: none"> • Retalls de fusta • Serra de mà • Serra d'arquet • Serjant • Retolador 	Tallo uns retalls de fusta per tal de que un quedi separat 6 cm de l'altre. Els ajusto a la part més baixa de l'hivernacle ja que és on hi ha el sistema de ventilació. Faig un encaix per posar els servos. També un encaix rodó per encaixar les fustes a les barres d'acer.	
Col·locar els servos	<ul style="list-style-type: none"> • Servomotors • Tornavís • Trepant • Cargols 	Amb cargols i el tornavís col·loco els servomotors als encaixos que he fet.	
Enganxar els suports amb els servos	<ul style="list-style-type: none"> • Silicona • Pistola de silicona 	Enganxo les fustes a les barres.	
Col·locar la jardinera dins l'hivernacle i instal·lar-hi els sensors.	<ul style="list-style-type: none"> • Jardinera • Sensors d'humitat i temperatura • Cinta adhesiva 	Col·loco la jardinera dins i poso els sensors on vull que estiguin. Tot seguit enganxo els cables a la vora de la jardinera perquè no molestin.	
Tallar cables per als sensors i tallar el tub per la bomba d'aigua	<ul style="list-style-type: none"> • Bobina de cable (mascle) • Tisores 	Mesuro la distància que necessito per cada cable dels sensors i els tallo. Això mateix ho faig amb el tub per la bomba d'aigua.	
Cobrir amb el PVC la part restant	<ul style="list-style-type: none"> • Planxa PVC transparent • Silicona • Pistola de silicona • Cinta mètrica • Retolador • Cúter 	Cobreixo la part lateral que falta (on hi ha els servos i cables) amb el PVC.	

Fer dos forats al PVC, un per passar els cables i l'altre per el tub de la bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Trepant • Retolador 	Forado amb el trepant on vull que passin els cables i per separat, on passarà el tub d'aigua de la bomba.	
Tallar fustes per fer la caixa de l'electrònica	<ul style="list-style-type: none"> • Fusta de jardí • Retalls de fusta • Serra de mà • Serra d'arquet • Cinta mètrica • Retolador • Serjant 	Tallo les fustes que formaran la caixa per l'electrònica. (38,5 x 39 cm) També tallo una fullola per tal de fer un terra alçat dins d'aquesta. (35 x 35,5 cm).	
Clavar fustes de terra i parets de la caixa a una fusta que arribi de l'hivernacle a la caixa	<ul style="list-style-type: none"> • Cargols • Trepant • Tornavís • Fustes de la caixa 	Mitjançant el trepant, clavo les parets, uns suports per el terra de la caixa a una altra fusta més gran que em servirà per transportar tot el treball, que també tenia per casa.	
Foradar una paret de la caseta per passar cables	<ul style="list-style-type: none"> • Trepant 	Amb el trepant, faig un forat per tal de poder passar els cables de l'electrònica.	
Tallar un suport per la bomba i el dipòsit d'aigua	<ul style="list-style-type: none"> • Retalls de fusta (Llistó) 	Tallo el llistó per fer un suport per la bomba i el dipòsit d'aigua. (El suport per el dipòsit fa 13 x 13 cm més uns 7 x 6 afegits que serveixen per aguantar la bomba. És a dir, un rectangle de 19 x 13 cm).	

Fer un forat al suport per posar el dipòsit (Ampolla) i un per clavar la bomba	<ul style="list-style-type: none"> Trepant 	Faig un forat on vull que vagi el dipòsit. La mida és la suficient com per què entri un cap d'ampolla però no es tombi.	
Clavar el suport a la caixa	<ul style="list-style-type: none"> Cargols Trepant Tornavís 	Clavo el suport mitjançant el trepant i cargols.	
Clavar la bomba	<ul style="list-style-type: none"> Cargols Trepant Tornavís 	Faig dos forats on ha d'anar la bomba (l'espai que li hem deixat) i ho clavo en el suport que està just a la vora de la caixa.	
Passar cables de sensors i servos, passar tub de la bomba.	<ul style="list-style-type: none"> Bobina de cable (mascle) Cables femella 	Passo la resta de cables de sensors i servomotors per dins el forat de la caixa. Passo i col·loco el tub de la bomba que he collat just al mig de la jardinera.	
Instal·lar tota l'electrònica a la caixeta i l'hivernacle	<ul style="list-style-type: none"> Cinta adhesiva Electrònica 	Instal·lo la resta d'electrònica (placa base, entrenador, pantalla...) a la caixa.	
Cablejar correctament cada component	<ul style="list-style-type: none"> Cinta adhesiva 	Connecto i enganxo amb cinta adhesiva els cables per què quedin tots junts i ben ordenats.	
Foradar el terra alçat de la caixeta per on es poden collar les plaques	<ul style="list-style-type: none"> Trepant 	Faig un forat al terra de la caixa on hi ha els components que vull collar.	
Collar les que es creguin adients	<ul style="list-style-type: none"> Cargols amb femella 	Collo l'entrenador i el controlador de la bomba amb femelles.	

Omplir la jardinera i semlar	<ul style="list-style-type: none"> • Substrat • Llavors 	Empleno la jardinera de substrat i tot seguit sembro.	
------------------------------------	---	---	---

Resultat final:



Fig. 41: Imatge final de l'hivernacle

Font: Pròpia



Fig. 42: Imatge de la pantalla

Font: Pròpia

9. Pressupost

Component/Material	Preu
Placa Arduino Mega2560 REV3	35 (+ IVA) €
Sensor de temperatura	2,05 €
Sensor d'humitat	8,75 €
Bomba d'aigua	14,99 €
Servomotors (No originals d'Arduino com he explicat a la part de muntatge electrònic)	60 €
Pantalla LCD amb I ² C integrat	7,50 €
Resistors (2 unitats)	0,01 €
Cables (Bobina mascle)	6,99 €
Cables (Femella)	3,99 €
Botó (1 unitat)	0,04 €
Entrenador (Protoboard)	9,99 €
Fusta de jardí (tres llistons de 3m)	10 €
Rodó de ferro de 7mm (4 barres de 4m)	15 €
Controlador motors L9110S (Per la bomba)	1,80 €
Xarnera (4 unitats per l'estructura)	11,96 €
Xarnera (1 unitat per l'electrònica)	3,99 €

Total:	192,06 € (+ IVA placa base)
---------------	-------------------------------------

10. Conclusions

Com he explicat a l'inici, tenia uns quants objectius per aquest treball: fer una maqueta funcional, aprendre a soldar ferro, aprendre a programar cada component, dissenyar correctament la maqueta i avaluar les meves capacitats per resoldre adversitats.

Un cop acabat aquest treball, puc afirmar que he pogut dur a terme tots aquests objectius. Algun fins i tot amb resultats més positius del que m'esperava. Com per exemple dissenyar el muntatge de l'electrònica.

Durant la construcció de l'hivernacle he anat tenint diversos problemes i dilemes per resoldre i és que el muntatge de la part electrònica no ha estat gens fàcil. Una cosa és muntar cada component per individual, però una altra és muntar i connectar-los tots a la vegada. Davant dels problemes he trobat canvis i millores per aplicar en algunes parts. Algunes les he pogut implementar i d'altres (sigui per falta de temps o de material) no. Tot i així, estic molt satisfet del resultat obtingut que és totalment funcional. Pel que fa a la programació, també he anat veient possibles millores que he dut a terme i m'han ajudat a millorar molt més la meua manera de programar per codi.

En aquest treball de recerca, m'he hagut d'introduir en àmbits que no tenia gaire per mà com ara el disseny, mitjançant el programa *Fretzing*, dels esquemes de les connexions de cada component.

En quant al cost final de l'hivernacle, cal dir que la part electrònica és la que encareix el preu final. Però aquest no augmenta gaire en aplicar-la a un hivernacle més gran, on el que augmentaria (depenent del tamany) seria el cost dels materials de construcció.

Per fer tot l'hivernacle m'hi he estat 4 mesos aproximadament. Unes 700 hores en total. Buscant informació, dissenyant, calculant i construint. El que ha requerit més temps és la construcció de l'estructura i en segon lloc dissenyar i construir el sistema de control, tota l'electrònica.

Però tot aquest temps ha passat molt ràpid ja que al ser un tema que em motiva i m'agrada, he anat dedicant hores lliures i poc a poc ha anat agafant forma tot. Un cop tens acabat el projecte al qual hi has dedicat tant esforç i temps, sents una gran satisfacció al veure com les coses van funcionant.

Per acabar, crec que els hivernacles automatitzats ens poden ser de molt ajut en un futur ja que el clima està arribant a uns punts de poca estabilitat i el que aconseguim amb un hivernacle domòtic és una major estabilitat del clima intern. A més, hi ha aliments que segons el clima no es poden produir a la zona, però sí es pot amb un cultiu en hivernacle. M'agradaria afegir, també, que aquest treball es pot aplicar en estructures més grans i només s'hauria de canviar una mica el programa i algun component electrònic.

10.1. Possibles millores

En quant a les millores que es podria fer, n'he anat trobant mentre construïa l'hivernacle. La millora més significativa i visual que es podria fer, és soldar directament els cables del muntatge electrònic. Això comporta estalviar la *protoboard* (entrenador) cosa que faria que disminuís el cost de construcció i a l'hora simplificaria més el muntatge de l'hivernacle.

Una altra millora seria comprar un controlador de motors i posar-lo d'intermediari per controlar els servos. Aquesta millora té el risc de que depenent del tipus o model de servo no et serveixi, però en cas que sí, ajudaria a tenir un muntatge electrònic molt més estable a nivell de voltatges. Cosa que faria que no s'alteressin les lectures de temperatura, humitat o d'altres sensors. També ajudaria a que des de la pantalla no es notin pujades o baixades de tensió que creen els servomotors al engegar-se.

També he observat que el millor sistema de ventilació seria una obertura zenital just a la part més alta del sostre (o també al darrere, a la part superior) i una d'altre a la zona frontal, a la part inferior. Ja que crearia una millor circulació d'aire.

Si es vol, es pot posar un sistema d'il·luminació que segons la quantitat de llum, s'encenguin uns llums LED. De manera que no els hi falti mai llum a les plantes. Per la construcció del meu hivernacle, he considerat que no era necessari ja que les plantes ja tenien prou llum si les exposem a la llum solar. El muntatge seria molt simple, un sensor de llum o un LDR (*Light Dependent Resistor*) i segons el valor rebut que s'encenguin els llums.

Una altra millora podria ser la implementació de sensors de flama i gasos, que ens ajudarien a crear alertes per a possibles inconvenients com ara un incendi o l'excés d'algun gas que pot produir que els plantes es podreixin.

11. Webgrafia

Arduino (Consultat 9/8/2019)

<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Arduino>

Xarxa LAN. (Consultat 9/8/2019)

https://ca.wikipedia.org/wiki/Xarxa_d%27%C3%A0rea_local

Sensor de temperatura. (Consultat 8/7/2019)

https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/TMP35_36_37.pdf

<https://learn.adafruit.com/tmp36-temperature-sensor/using-a-temp-sensor>

<https://www.youtube.com/watch?v=oL8e7J6KFRw>

<https://programarfacil.com/podcast/48-sensor-de-temperatura-en-arduino/>

Programació

- Switch. (Consultat 27/7/2019)

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/switchcase/>

<https://www.youtube.com/watch?v=Q9OhOZTY9oI>

- Operadors. (Consultat 26/7/2019)

https://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B

- Scratch(Snap!). (Consultat 25/7/2019)

<http://snap4arduino.rocks/>

<https://snap.berkeley.edu/>

- Circuits i resistències *pull-up*. (Consultat 10/8/2019)

<https://www.circuito.io/blog/arduino-code/>

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/resistencia-pull-up-y-pull-down/>

Llibreries. (Consultat 7/7/2019)

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/16/librerias-arduino-2/>

https://es.wikipedia.org/wiki/Biblioteca_%28inform%C3%A1tica%29

Protocol I²C. (Consultat 7/7/2019)

<https://es.wikipedia.org/wiki/I%C2%B2C>

<https://sistemasencastats.wordpress.com/2018/04/08/el-bus-i2c/>

La domòtica. (Consultat 5/7/2019)

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Dom%C3%B2tica>

Tipus d'hivernacles. (Consultat 3/7/2019)

<https://www.eljardin.ws/invernaderos/tipos/invernadero-tipo-plano-o-tipo-parral.html>

<https://www.horticultivos.com/agricultura-protegida/invernaderos/principales-tipos-invernaderos/>

<https://10tipos.com/tipos-de-invernaderos/>

<http://www.estructuresforts.com/productes/hivernacles/hivernacle-capella/>

12. Agraïments

Un cop acabat el treball m'agradaria donar les gràcies a la gent que m'ha ajudat i donat suport durant el procés.

Primerament, vull agrair el temps, idees i puntualitzacions que m'ha donat la tutora del meu treball de recerca: la professora Lola Ortiz, que m'ha ajudat en tot moment.

En segon lloc, m'agradaria donar les gràcies a la família per confiar en mi i recolzar-me durant tot el temps en que he estat fent el treball i ajudar-me amb alguna aportació econòmica. També donar les gràcies a Innova't Educació per proporcionar-me material i consells per construir l'hivernacle.

M'agradaria donar els gràcies, també, a l'institut Celrà per proporcionar-me material i eines per poder realitzar aquest projecte.

Agrair també al tècnic ADV d'HORTEC, Jordi Fumadó, per els seus consells i el temps dedicat.

13. Annexos

13.1. Diari del procés de construcció

Dia 12/7/2019

Faig un croquis amb perspectiva cònica de l'hivernacle a escala 1:5 cm (Reducció)

Amb dos mides diferents ja que estic indecís. Finalment acabo triant el segon disseny.

Dia 13/7/2019

Començo la construcció de l'hivernacle. Primer, faig marques a la barra d'acer per tal de tallar a mida cada barra que conformarà la base de l'hivernacle (67 x 46 cm). Tot seguit, les tallo. Un cop tallades, les agafo i les col·loco formant la base per seguidament soldar-les. Un cop soldades, he fet el mateix però amb les barres verticals que formaran les parets de l'hivernacle i el sostre.

Dia 14/7/2019

Avui he continuat soldant i arreglant l'hivernacle ja que ahir em vaig adonar que hi havia dos barres de l'hivernacle que les havia tallat 2 mm més curtes i per tant, la base ballava i es veia una barra vertical una mica torta. El que he fet ha sigut tallar per la part de dalt la barra que es veia torta i amb un retall d'una barra he afegit els 2mm a part d'adreçar-la. Tot seguit l'he soldat. Al haver fet això, ha quedat un gran nus de soldadura així que he aprofitat i ja que havia de llimar els cantons de l'hivernacle algun moment o altre, ho he llimat. Abans però, he mirat que estigués tota l'estructura ben soldada i he repassat algun tros.

Dia 15/7/2019

Avui he anat a comprar les fustes que em serviran per fer la jardinera on plantaré el cultiu. La idea que portava en ment era d'anar al Bauhaus a comprar fusta marítima (La que fan servir els vaixells) però al arribar allà m'he adonat que, en primer lloc, és molt cara i que, en segon lloc, era un conglomerat. Així que he decidit anar a comprar a la botiga a particulars que té Fustes Esteba. Un cop allà m'he acabat decidint per unes fustes que tenien. Les quals són específiques per fer jardineres i porten un tractament antihumitat. He agafat una fusta més alta que els altres dos per tal de posar-la als laterals. Les altres dos han servit per fer la base (52 x 37 cm de base i 57 x 42 cm ja que està inclinada).

A la tarda, he començat a tallar les fustes per tal de demà poder deixar la jardinera casi llesta. Per tallar, he fet servir una serra de mà que tenia per casa. He decidit que la millor forma que li podia donar a la jardinera era amb les parets inclinades ja que l'estructura de l'hivernacle és rectangular i així no donarà tanta sensació de que tot és quadrat o rectangle en aquest. A part que visualment és més bonic.

Dia 16/7/2019

Avui he acabat de tallar algun tauló de fusta per fer les parets. Cosa que resulta difícil ja que les he fet amb inclinació i he hagut d'anar mirant que els talls fossin amb la mateixa inclinació i he hagut de llimar-los. També he enganxat bé la base amb dos retalls de la mateixa fusta posats sobre aquesta però transversalment per tal de amb quatre cargols a cada costat de base, ajuntar i fixar-la. Per tal de poder enganxar bé l'estructura he llimat la part dels costats que toca amb la base ja que al inclinar-los no queda perpendicular. Per això, els he llimat perquè quedessin perpendiculars (la base dels costats amb la base de la jardinera). Finalment, amb cola de contacte i uns quants punts de suport, he enganxat els laterals amb la base.

Dia 19/7/2019

Avui he començat a fer la porta de ventilació de la part inferior de l'hivernacle. He tallat una barra de la mida interior de l'allargada de l'hivernacle (65 cm) per tal de posteriorment soldar-hi unes xarneres a cada banda. Fent així que la barra fos el suport de la porta. Tot seguit he soldat una barra plana (fullola d'acer) a cada xarnera (3 x 7 cm i 3 x 7 cm tants els de dalt com els de baix) perquè així podré empènyer la porta amb un servomotor des d'aquesta zona. Un cop soldades les barres planes, a cada extrem i amb l'objectiu d'ajuntar-les he soldat una barra més prima que tenia per casa així quan faci força des d'un costat també s'aixecarà l'altre.

Dia 20/7/2019

He retallat un tros del plàstic que m'ha deixat l'institut per fer les parets i l'he enganxat amb silicona a la porta inferior de ventilació per tal de veure com anava. Mentre esperava que s'assequés he començat tallar i soldar la tapa de l'hivernacle per separat. Les mides són exactament les mateixes que la part superior de l'hivernacle (67 x 47 cm).

Dia 1/8/2019

Avui he començat soldant les xarneres a la tapa de l'hivernacle i posteriorment ho he soldat a l'hivernacle. El procés ha estat dificultós ja que soldar amb xarneres és difícil i més si són petites. La dificultat està en soldar sense que alguna gota de soldadura caigui en el rodament (Cosa que m'ha passat). El que he fet per arreglar-ho ha sigut llimar on hi havia la gota de soldadura i després posar-hi oli. Per sort el rodament no s'ha vist gaire afectat i gira bé.

Dia 2/8/2019

Repeteixo el procés de la porta de ventilació inferior per aquest cop fer la superior.

M'espero a fer el següent pas ja que necessito que es refredi completament l'estructura.

Dies 9/8/2019 – 16/8/2019

Enganxo cada dia un retall diferent de plàstic per tal de fer les parets de l'hivernacle

Aquest procés és llarg ja que la silicona necessita unes 24h aproximadament per solidificar-se completament.

Dia 17/8/2019

Avui he tallat dos fustes, una de 8 cm i l'altra de 7 cm de llarg, que em serviran de suport per els servomotors. Tot seguit he foradat els extrems d'aquestes per tal de fer un encaix per les barres de l'hivernacle i tot seguit hi he posat silicona per clavar-los on era necessari. Abans però, he fet els forats per col·locar els servomotors. N'he enganxat un a dalt i l'altre a baix

Dia 18/8/2019

Avui he tallat unes fustes que tenia per casa per tal de fer un compartiment simulant una caseta per l'electrònica. He començat per les parets (38,5 x 39 cm d'exterior i 35 x 35,5 cm d'interior). Tot seguit les he clavat juntament amb uns retalls de fusta que havia fet per fer de suport, per alçar el terra del compartiment amb un llistó de fusta. Fent així que pugui clavar els components a aquest amb uns cargols i femelles.

Un cop fetes les parets (Menys una, per poder treure els components i cablejar-los bé), he retallat un tros de llistó per poder fer una base alçada per col·locar el dipòsit d'aigua i la bomba. Faig un forat perquè m'hi càpiga una ampolla d'aigua i dos més per fixar la bomba. Aquesta base estarà agafada al compartiment de l'electrònica.

Dia 19/8/2019

Clavo el suport del dipòsit i tot seguit faig un forat a la paret del compartiment on vull que surtin els cables de l'electrònica. Tot seguit clavo la bomba amb els tubs ja posats (Simplement els he escalfat amb aigua bullint perquè es dilatessin i s'acoblessin a la bomba) en el seu lloc i tot seguit forado el PVC que recobreix la paret de l'hivernacle per tal de passar un dels tubs de la bomba, el que servirà per regar.

Dia 20/8/2019

Avui he col·locat tota la part electrònica seguint l'esquema de muntatge i adaptant cada fil a la distància que necessitava. Això m'ha comportat tot el dia ja que he hagut de mesurar cada fil, tallar-lo i escapçar les puntes per tal de poder fer-lo servir.

Dia 21/8/2019

Només he fet proves i connectat correctament cada component per tal que funcioni tot el conjunt. I efectivament, funciona.

Dia 22/9/2019

Avui he col·locat la jardinera amb dos ganxos tancats just al mig de cada extrem per tal de passar el tub de regadiu per allà.

Tot seguit he procedit a emplenar-la del substrat.

El deixo reposar uns dies

Dia 1/9/2019

Avui he plantat llavors per fer una prova i mirar que tot funcioni correctament, amb el sistema connectat i tot. Efectivament, el sistema funciona correctament.

Dies posteriors (del 2 al 14 de setembre)

He anat observant el creixement dels ravenets i els enciams.

El dia 10 vaig acabar el compartiment per l'electrònica posant una porteta que s'obra amb una xarnera per tal de poder treure-la amb safata (el terra de la caseta) tots els components electrònics.

Afegir, també, que he collat (amb cargol i femella) els components que segur que es quedaran fixes en el lloc com l'entrenador i el controlador de la bomba.

