



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Nombre del Centro

Trabajo Fin de Grado

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA REGADÍO CONTROLADA CON ARDUINO

Alumno: Ángel Hernández Román

Tutores: Prof. D. F^o José Sánchez Sutil
Prof. D. Antonio Cano Ortega

Dpto: Ingeniería Eléctrica

JUNIO, 2018



Universidad de Jaén
Escuela Politécnica Superior de Jaén
Departamento de Informática

Don Fº JOSÉ SÁNCHEZ SUTIL y Don ANTONIO CANO ORTEGA , tutores del Proyecto Fin de Carrera titulado: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA REGADÍO CONTROLDO POR ARDUINO, que presenta ÁNGEL HERNÁNDEZ ROMÁN, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Jaén.

Jaén, JUNIO de 2018

El alumno:

ÁNGEL HERNÁNDEZ ROMÁN

Los tutores:

Fº JOSÉ SANCHEZ SUTIL

ANTONIO CANO ORTEGA

0. ÍNDICE

1. MEMORIA.....	6
1.1. Objeto.....	6
1.2. Alcance.....	7
1.3. Antecedentes	7
1.4. Normas y referencias	8
1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	8
1.4.2. Programas de cálculo	9
1.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.	9
1.4.4. Bibliografía	10
1.5. Definiciones y abreviaturas	11
1.6. Requisitos de diseño	11
1.7. Análisis de soluciones	12
1.8. Resultados finales	12
1.8.1. Arduino.....	13
1.8.1.1. Programación y características de arduino.....	13
1.8.1.2. Código de arduino.....	13
1.8.1.3. Diagramas de flujo	15
1.8.2. App Inventor.....	17
1.8.2.1. Aplicación para regadío	17
1.8.3. Conexión entre Arduino y el dispositivo Android	21
1.8.4. Instalación eléctrica.....	23
1.8.4.1. Fundamentos	23
1.9. Orden de prioridad entre los documentos	24
ANEXOS.....	27
Anexo 1: Arduino.....	27
Anexo 2: App Inventor.....	50
Anexo 3: Cálculos	59
Anexo 4: Materiales utilizados. Características.	71
Anexo 5: Estudio básico de seguridad y salud	88
Anexo 6: Maqueta	105
Anexo 7: Código Arduino para control de regadío.....	108
2. PLANOS	118
Plano 1 (Situación)	119

Plano 2 (Situación con detalles)	120
Plano 3 (Esquema eléctrico)	121
Plano 4 (Zanjas con detalles)	122
Plano 5 (Arqueta con detalles)	123
Plano 6 (Conexiones de arduo)	124
3. PLIEGO DE CONDICIONES	127
3.1. Objeto.....	127
3.2. Inspecciones durante la ejecución	127
3.3. Trabajos no previstos	127
3.4. Replanteo de la obra	127
3.4.1. Realización de zanjas	127
3.4.2. Montaje eléctrico	128
3.4.3. Programación de arduino	128
3.4.4. Aspectos del contrato.....	129
3.4.5. Modificaciones respecto al proyecto original.....	129
4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	131

MEMORIA

1. MEMORIA.....	6
1.1. Objeto.....	6
1.2. Alcance.....	7
1.3. Antecedentes	7
1.4. Normas y referencias	8
1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	8
1.4.2. Programas de cálculo	9
1.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.	9
1.4.4. Bibliografía	10
1.5. Definiciones y abreviaturas	11
1.6. Requisitos de diseño	11
1.7. Análisis de soluciones	12
1.8. Resultados finales	12
1.8.1. Arduino.....	13
1.8.2. App Inventor.....	17
1.8.3. Conexión entre Arduino y el dispositivo Android	21
1.8.4. Instalación eléctrica.....	23
1.9. Orden de prioridad entre los documentos	24

1. MEMORIA

1.1. Objeto

La empresa ÁNGEL HERNÁNDEZ formula el presente proyecto “INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE REGADÍO CONTROLADO POR ARDUINO” con objeto de obtener de la administración la autorización administrativa de la construcción de las instalaciones que en él se reflejan, así como la aprobación del proyecto de ejecución de las mismas.

Datos del diseñador del presente proyecto:

Nombre: Ángel Hernández Román

DNI: 45869737D

Domicilio: AV. DE MURCIA, nº21, 1º, BAZA (GRANADA)

Teléfono; 664508198

E-mail: ahrbaza@hotmail.es

La obra de la que se trata estará situada dentro del término municipal de Baza (Granada). En los planos se comprobará la situación y emplazamiento del mismo.

El objetivo general de este proyecto es diseñar un sistema de riego automatizado de control de riego por goteo a través de una App y mediante un microcontrolador de arduino así como diseñar la instalación eléctrica.

Como objetivos específicos se plantean:

- Realizar el proceso de automatización de riego por goteo.
- Desarrollar el algoritmo de control usando un microcontrolador de arduino.
- Crear una App para el control del regadío.
- Calcular y Diseñar la instalación eléctrica necesaria para poder controlar el riego.
- Comprobar el funcionamiento de las diferentes tareas realizadas por la App.

1.2. Alcance

Este proyecto se basa en la realización de la instalación eléctrica necesaria para satisfacer las necesidades de riego así como la automatización del riego, controlado por el microcontrolador arduino.

Además, el riego será controlado mediante un móvil con sistema operativo android en el cual se instalará una aplicación para hacer posible el control de riego. Esta aplicación para android vendrá explicada y detallada en apartados posteriores.

1.3. Antecedentes

Se redacta el presente proyecto de “INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA REGADÍO CONTROLADO POR ARDUINO” a petición de María Moya Bautista, con DNI 98493857 A y a domicilio social en Cercado Camú, sin número de Baza (Granada), y a instancia de la consejería de trabajo de industria, delegación provincial de Granada y del Excelentísimo ayuntamiento de Baza.

El proyecto redactado en este documento tiene la misión de crear la instalación eléctrica para un sistema de riego automatizado de una parcela en la cual existen cuatro cultivos diferentes, además de la automatización del regadío mediante el microcontrolador arduino. Dicho sistema de riego automatizado podrá ser controlado vía WiFi/Bluetooth mediante un móvil con sistema operativo android.

Las condiciones iniciales del emplazamiento donde se realizará el proyecto son las siguientes:

- Existe la instalación de riego por goteo.
- Dispone de embalse para riego.
- Hay suministro eléctrico monofásico, 230V.

1.4. Normas y referencias

1.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

En el presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa general para la realización de la instalación eléctrica de baja tensión según (Boletín Oficial del Estado,2002).

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Norma UNE 20.435: Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
- Norma UNE-HD 603: Redes subterráneas para distribución en baja tensión.
- UNE 20.451: Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.
- UNE-EN 6.439-3: Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.
- UNE 20.324: Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.
- UNE-EN 50.102: Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección.
- UNE 20.460: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- UNE-EN 50.086: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectores.
- UNE 20.460-4-43: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades.
- UNE 20.460-4-473: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobreintensidades.
- UNE 20.460-4-45: Instalación de receptores. Motores.
- UNE-EN 61.196: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.
- CEI 60.189-2: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

1.4.2. Programas de cálculo

Para la realización de los cálculos del presente proyecto se ha empleado los siguientes programas informáticos:

- MICROSOFT WORD. Procesador de texto para la elaboración del proyecto.
- CIEBT. Programa que se ha utilizado para el cálculo eléctrico en baja tensión.
- PRESTO. Este programa se ha utilizado para el cálculo del presupuesto, así como para las mediciones.
- AUTOCAD 2016. Este programa se ha utilizado para el diseño y realización de los distintos planos.

1.4.3. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto.

En la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta que el diseño sea óptimo, cumpliendo con las reglamentaciones y normas necesarias.

Para el buen diseño y ejecución del proyecto, se ha tenido en cuenta elegir materiales de primera calidad. Más adelante, encontramos un anexo con el listado de materiales empleados.

Durante la ejecución del proyecto, se ha revisado con cuidado toda la documentación para evitar cualquier pequeño error y así asegurar que los distintos documentos básicos mantienen la calidad necesaria.

1.4.4. Bibliografía

- Agroterra. (2018). *www.agroterra.com*. Recuperado el 23 de marzo de 2018, de *www.agroterra.com*: <https://www.agroterra.com/p/bomba-centrifuga-biturbina-riego-2xc-25-160-a-3-00-hp-230-v-ii-3048426/3048426>
- Arduino.cc. (2018). *www.arduino.cc*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de *www.arduino.cc*: <https://www.arduino.cc/>
- arduinohtics. (2018). *www.arduinohtics.weebly.com*. Recuperado el 20 de Febrero de 2018, de *www.arduinohtics.weebly.com*: <https://arduinohtics.weebly.com/iquestqueacute-es.html>
- Benkler, Y. (2012). *El Pingüino y el Leviatán: Por qué la cooperación es nuestra arma más valiosa para mejorar el bienestar de la sociedad*.
- Boletín Oficial del Estado. (2002). <https://www.boe.es/>. Recuperado el 10 de mayo de 2018, de <https://www.boe.es/>: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2002-18099&lang=fr>
- Hernández, L. D. (2018). *www.programarfacil.com*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de *www.programarfacil.com*: https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/ds18b20-sensor-temperatura-arduino/#Caracteristicas_tecnicas_del_sensor_DS18B20
- Llamas, L. (2016). *www.luisllamas.es*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018, de *www.luisllamas.es*: <https://www.luisllamas.es/arduino-i2c/>
- Llamas, L. (19 de enero de 2016). *www.luisllamas.es*. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de *www.luisllamas.es*: <https://www.luisllamas.es/arduino-humedad-suelo-fc-28/>
- poolaria. (2018). *www.poolaria.com*. Recuperado el 23 de marzo de 2018, de *www.poolaria.com*: <https://www.poolaria.com/electrovalvulas-riego/2237-electrovalvula-de-riego-cepex-9v-latch.html>
- Prieto, F. P. (2015). *www.canaltic.com*. Recuperado el 15 de diciembre de 2017, de *www.canaltic.com*: http://canaltic.com/tablet/pdf/0506_disenoAppsAI2.pdf
- todoelectronico. (2018). *www.todoelectronico.es*. Recuperado el 23 de marzo de 2018, de *www.todoelectronico.es*: <https://www.todoelectronico.es/productos-material-electrico/protecciones/contactores/contactor-2-polos-25a-nc-230v-schneider-electric-mod-a9c20736-detail.html>
- Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Editorial Reverte.

1.5. Definiciones y abreviaturas

- App → Aplicación para dispositivo Android
- BT → Baja tensión
- REBT → Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- S-E → Sin escala

1.6. Requisitos de diseño

- Datos de cliente:

Nombre y apellidos: María Moya Bautista

DNI: 98493857 A

Dirección: Cercado Camú

Localidad: Baza (Granada)

e-mail: mmb@hotmail.es

- Datos de emplazamiento y su entorno ambiental:

Se trata de un emplazamiento rural situado en la localidad de Baza (Granada) en la falda de la Sierra de Baza.

Coordenadas UTM: 37.466,141, -2.770177

El lugar en el cual se basa el proyecto consta de cuatro cultivos diferentes, estos son, cultivo de olivo, cultivo de almendro, cultivo de vid y cultivo de hortaliza. Esta información está más detallada en el plano 2 (Situación con detalles).

- Estudios realizados encaminados a la definición de la solución adoptada:

Desde el principio se cuenta con un sistema de riego por goteo el cual no está planificado en este proyecto. En lo que se basa este proyecto es en aprovechar la instalación del riego por goteo y automatizar el sistema de riego para así garantizar más comodidad al cliente y a su vez conseguir un riego más eficiente ya que se podrá controlar según la lectura de diferentes tipos de sensores.

1.7. Análisis de soluciones

La decisión de realizar este proyecto con arduino, es debido al bajo coste de los elementos a utilizar, ya que hay mucha diferencia económica en comparación con un autómata programable.

Además hay que destacar que el lenguaje de programación de arduino, C++ y C, es muy flexible e intuitivo, con el cual se puede diseñar cualquier programa informático.

Para la elaboración de este proyecto se han realizado numerosas pruebas con los distintos elementos de control. A continuación se nombran algunas de esas pruebas:

- Pruebas con el sensor de ultrasonidos. Con el fin de detectar la altura de agua del envase, se han realizado algunas pruebas con el sensor de ultrasonidos hasta alcanzar el objetivo.
- Pruebas con los sensores de temperatura. Debido a que estos sensores van conectados mediante el BUS I²C realicé dos pruebas diferentes, una prueba con un sensor de humedad y la otra prueba con dos sensores de humedad ya que este tipo de conexión permite multiples sensores.
- Pruebas con el sensor de humedad. Con el fin de detectar la humedad de cada cultivo, introduje un sensor en tierra y fui echando agua a la vez que observaba los niveles de humedad.
- Pruebas con servomotores.
- Pruebas con relés.
- Además con la realización de la maqueta se podrá comprobar el funcionamiento de todos los elementos.

1.8. Resultados finales

En este apartado se detallarán todos lo puntos que componen el presente proyecto. Estos puntos son, por un lado lo que corresponde a la programación tanto de arduino como de la aplicación para android y por otro lado, la instalación eléctrica proyectada.

1.8.1. Arduino

1.8.1.1. Programación y características de arduino

Para poder desarrollar este proyecto es necesario un nivel básico de programación informática. En el **Anexo 1: Arduino** se muestra la documentación básica necesaria para llevar a cabo este proyecto.

1.8.1.2. Código de arduino

Teniendo en cuenta la documentación básica descrita en el **Anexo 1: Arduino**, ahora se procede a desarrollar el código necesario para el control del riego automatizado.

Se trata de cuatro cultivos diferentes, por tanto cada uno tendrá un sensor de humedad diferente. Además cada cultivo se regará independientemente de los demás, es decir, si hay un cultivo con el riego activado, los demás cultivos no podrán ser regados. A cada cultivo se le asignará un electroválvula independiente.

El riego de cada cultivo será activado mediante un móvil con sistema operativo android en el cual se instalará una aplicación (creada con app inventor y detallada más adelante). Una vez iniciado el riego de un cultivo específico, este se mantendrá activado hasta que se detenga mediante un botón de la aplicación instalada o bien cuando el sensor correspondiente a dicho cultivo, detecte el nivel óptimo de humedad correspondiente a este cultivo.

Por otro lado, se controlará el llenado del embalse, para ello se dispone de dos compuertas, una compuerta (compuerta A) corresponde a la acequia general y la otra (compuerta B) a la acequia que transcurre desde la acequia general hasta el embalse.

Para controlar el llenado del embalse se instalará un sensor de ultrasonidos el cual mide la distancia que hay entre el sensor y el nivel de agua. A la hora de llenar el embalse, la compuerta B se abre y unos segundos después se cierra la compuerta A hasta que el sensor detecta el nivel superior de agua programado y las compuertas vuelven a su estado inicial abriéndose primero la compuerta B y pasados unos segundos se cierra la compuerta A.

El riego se podrá activar siempre y cuando el nivel de agua esté entre dos valores programados, nivel superior y nivel inferior. Además también se tendrá en cuenta la temperatura ambiente, que debe estar entre 37°C y 10°C, y la temperatura del agua, que su valor debe oscilar entre 10°C y 30°C.

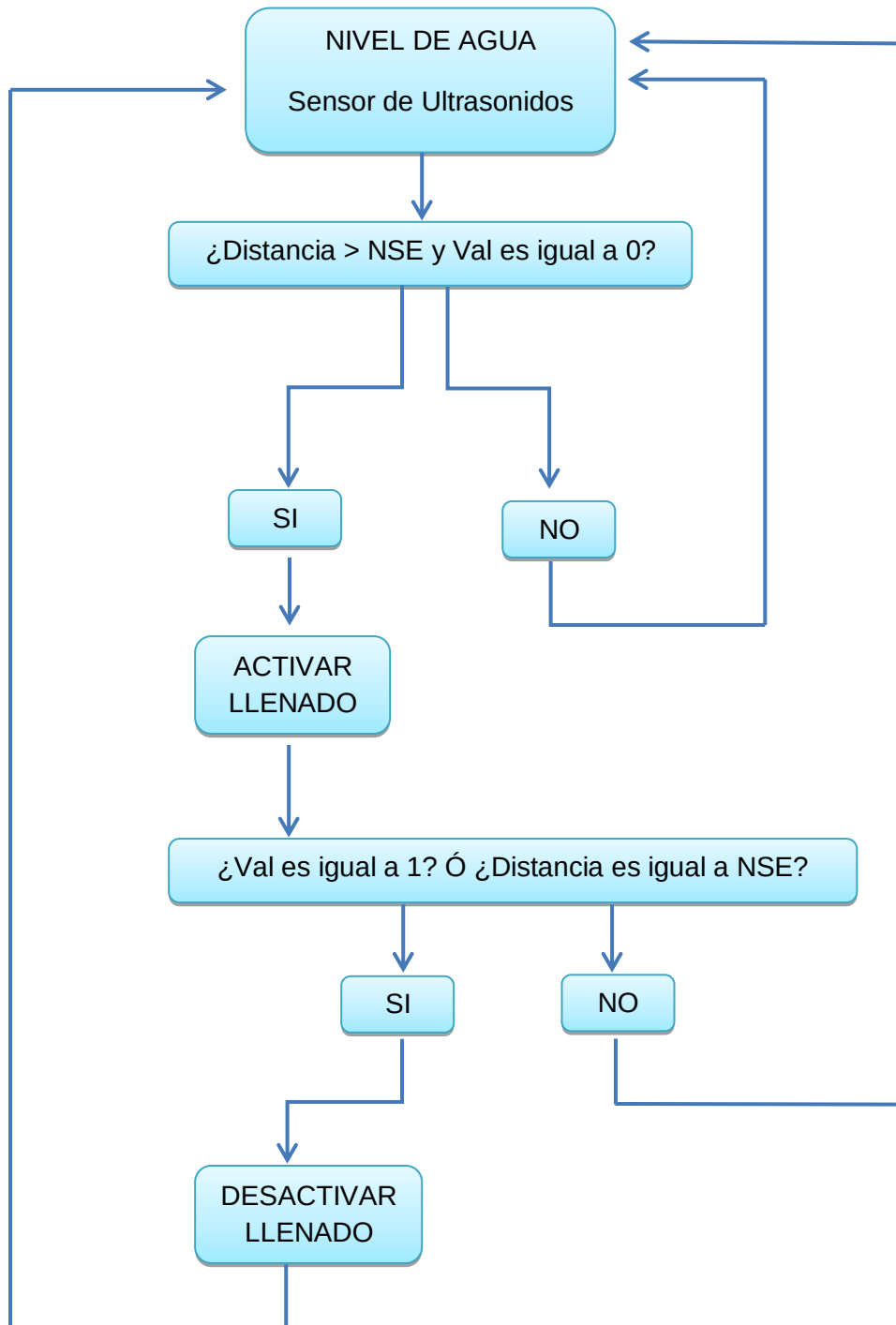
Ver el código de Arduino programado para el control del regadío en *anexo 7*.

1.8.1.3. Diagramas de flujo

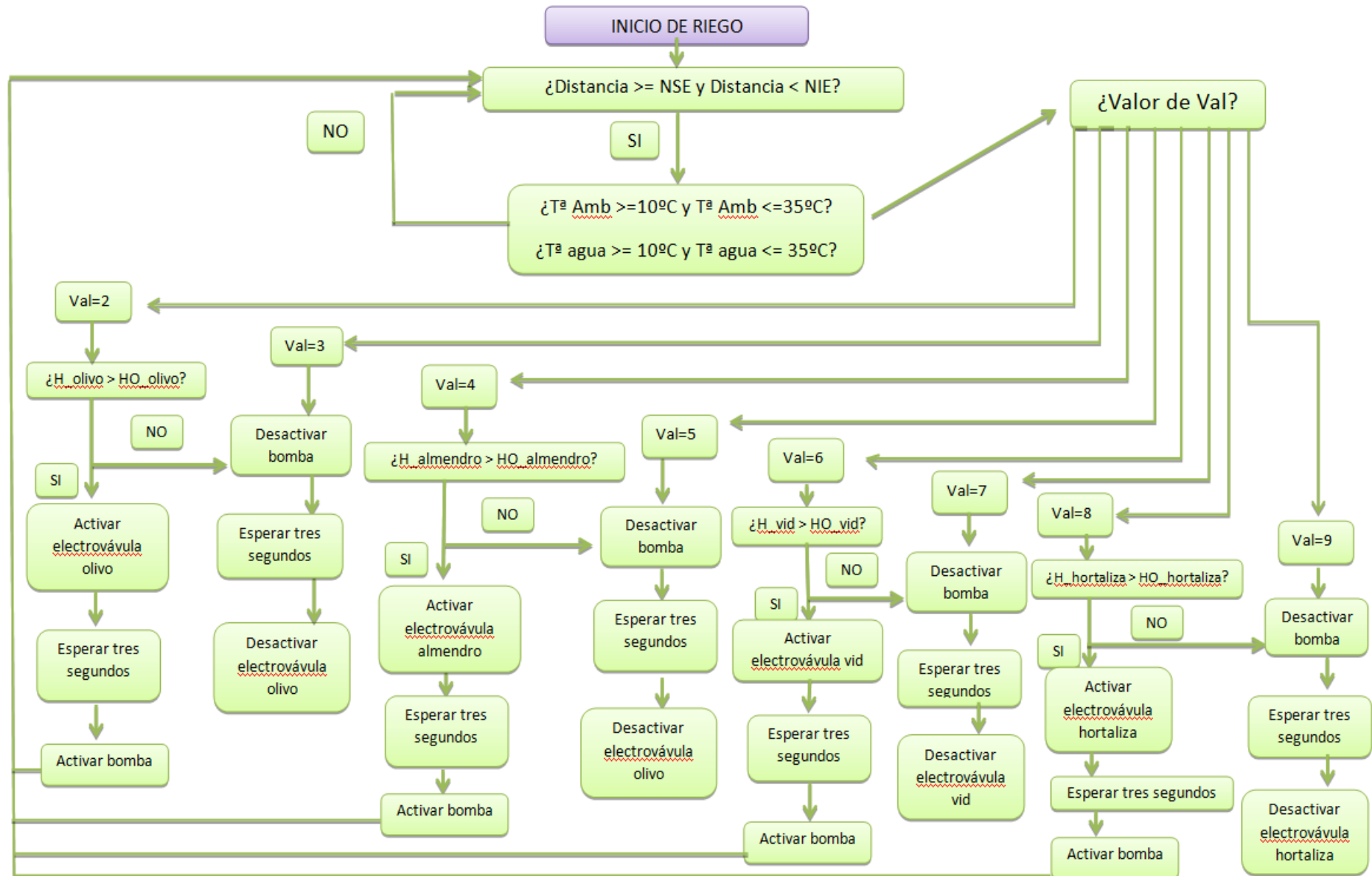
A continuación se muestran dos diagramas de flujo, el primero corresponde a la función de llenado del embalse y el segundo al control de riego.

LLENADO DE EMBALSE

LECTURA DE DATOS



RIEGO DE CULTIVOS



1.8.2. App Inventor

Para el control del regadío he creado una aplicación para dispositivo con sistema operativo android, la cual se ha realizado en página la web de appinventor (Prieto, 2015).

1.8.2.1. Aplicación para regadío

Según la teoría desarrollada en el **Anexo 2: App Inventor** para la realización de aplicaciones para dispositivos Android, se detalla la aplicación creada para el riego automatizado a continuación.

La aplicación consta de dos pantallas, una de inicio (pantalla 1) que dispone de un botón para acceder a la pantalla 2 y la otra (pantalla 2) donde se encuentran los distintos botones y etiquetas necesarios para el control del regadío.

En la parte superior de la pantalla 2 se ubican los botones de conexión y desconexión de Bluetooth y a la derecha una etiqueta que muestra si se ha activado o no el Bluetooth. El texto del botón de activar Bluetooth inicialmente se encuentra en verde y se pondrá de color gris una vez activado el Bluetooth y el texto del botón de desactivar Bluetooth se encuentra inicialmente gris y al activar el Bluetooth se pondrá de color rojo.

A continuación hay dos etiquetas donde se muestra la temperatura ambiente y la temperatura del agua del embalse y seguidamente están los botones de activar o desactivar llenado de embalse con una etiqueta a su derecha donde se muestra la altura de agua existente.

Por último se ubican los botones de activar o desactivar riego, de cada cultivo, con su respectiva etiqueta para mostrar el nivel de humedad existente (*Ver ilustración 1*).

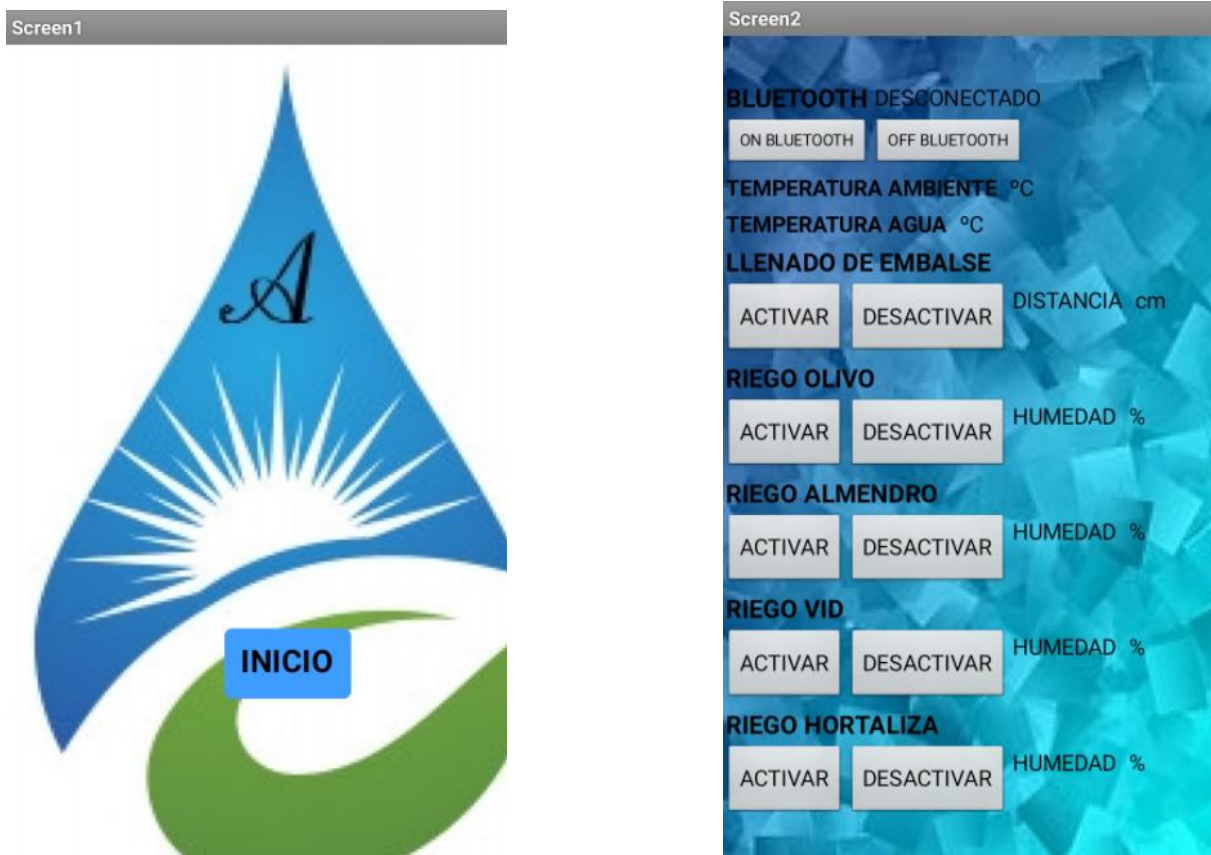


Ilustración 1 Pantallas App

La programación realizada para crear la aplicación se muestra a continuación.

Pantalla 1:

En esta pantalla la programación es muy simple ya que solo depende de un botón el cual da acceso a la pantalla 2. La programación consiste en un bloque al cual se le asigna el botón de inicio, al pulsar este botón se accederá a la pantalla 2.



Ilustración 2 Paso para ir a pantalla 2

Pantalla 2:

Al contrario que en la pantalla 1, la programación de esta pantalla es más compleja ya que aquí se encuentran todos los bloques necesarios para la programación de la aplicación.

- En primer lugar se muestra la conexión de Bluetooth, esto consiste en pulsar el botón *ON BLUETOOTH* y se pasará a otra pantalla donde aparecerán los dispositivos Bluetooth disponibles para conectarse.
- El segundo conjunto de bloques se encarga de conectar el dispositivo Android al módulo HC-06. Además el texto de los botones *ON BLUETOOTH* y *OFF BLUETOOTH* también variará con este bloque. También aparecerá un mensaje de *Conexión* (Ver ilustración 3).

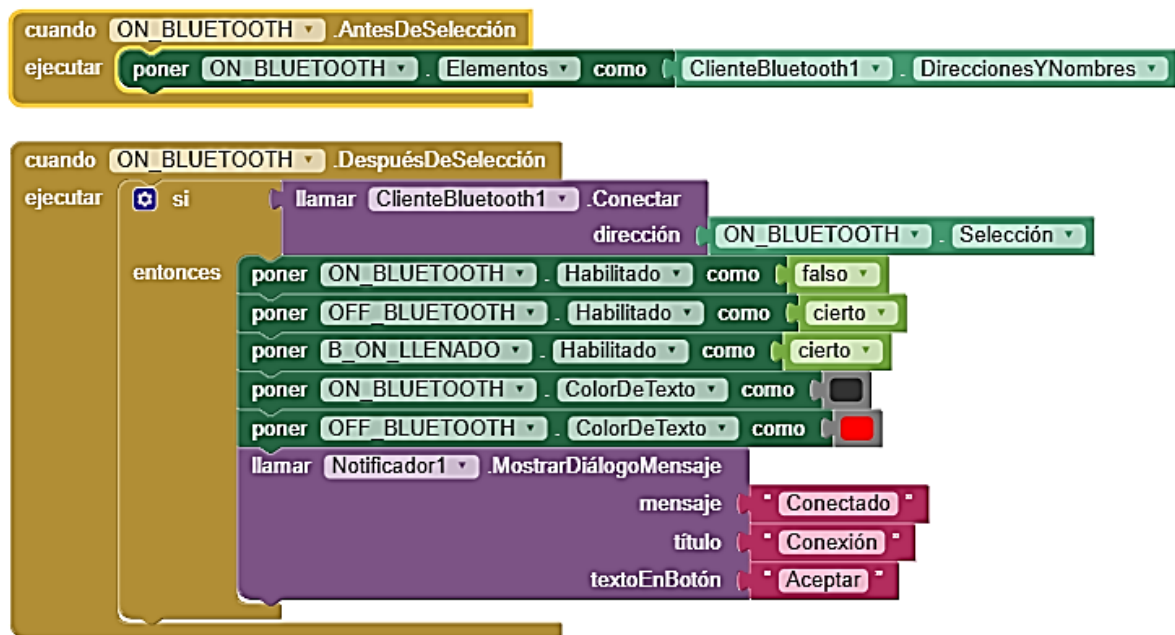


Ilustración 3 Inicializar Bluetooth

A continuación, los bloques que se muestran se encargan de activar o desactivar los distintos actuadores (servomotores y electroválvulas. Además, cuando se pulse cualquiera de estos botones, aparecerá un texto indicador (Ver ilustración 4).



Ilustración 4 Botones para activar o desactivar actuadores

Con este bloque de programación se desactivará el Bluetooth. Este bloque consiste en que cuando se pulse el botón de *OFF BLUETOOTH*, este se desactivará y además habrá un cambio de color en el texto de dicho botón. También aparecerá un mensaje de Desconexión (Ver ilustración 5).



Ilustración 5 Desconectar Bluetooth

Por último, en este bloque se programa la lectura de los distintos sensores para representarla en las diferentes etiquetas de la pantalla 2 de la aplicación. En primer lugar se crean dos variables donde se almacenarán los datos leídos por los

sensores y seguidamente se ordenan las variables recibidas para poder representarlas adecuadamente cada una en su posición. El último conjunto de bloques se encarga de borrar los datos almacenados en las variables (Ver ilustración 6).

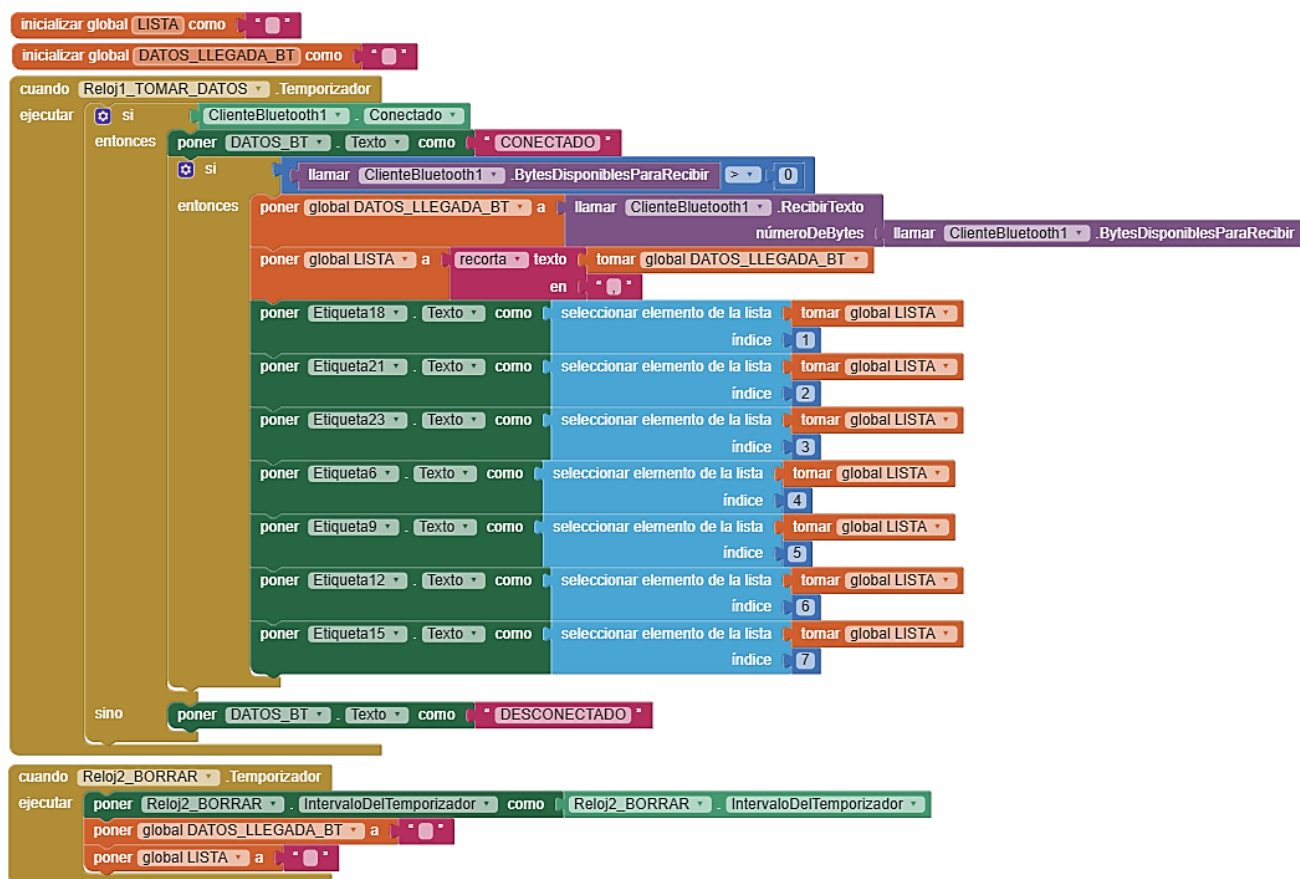


Ilustración 6 Lectura de datos de Arduino

1.8.3. Conexión entre Arduino y el dispositivo Android

Una vez descritos los dos elementos fundamentales del control de riego automatizado (Arduino y App Inventor), ahora se procede a explicar la manera de comunicarse entre Arduino y el dispositivo Android.

¡Nota! Debido a problemas de conexión WiFi con la red de la universidad, la comunicación entre Arduino y el dispositivo Android se realizará mediante Bluetooth, utilizando el módulo bluetooth HC-06. Las características de este módulo están descritas en el **Anexo 4: Materiales utilizados**.



Ilustración 7 Parte trasera del módulo HC-06

El módulo HC-06 tiene 4 pines (Ver ilustración 38), dos para alimentación (VCC y GND) y dos para comunicarse con el arduino (Tx y Rx). La conexión del módulo HC-06 a arduino es la siguiente:

- El pin Tx del módulo se conecta al pin Rx de arduino.
- El pin Rx del módulo se conecta al pin Tx de arduino.

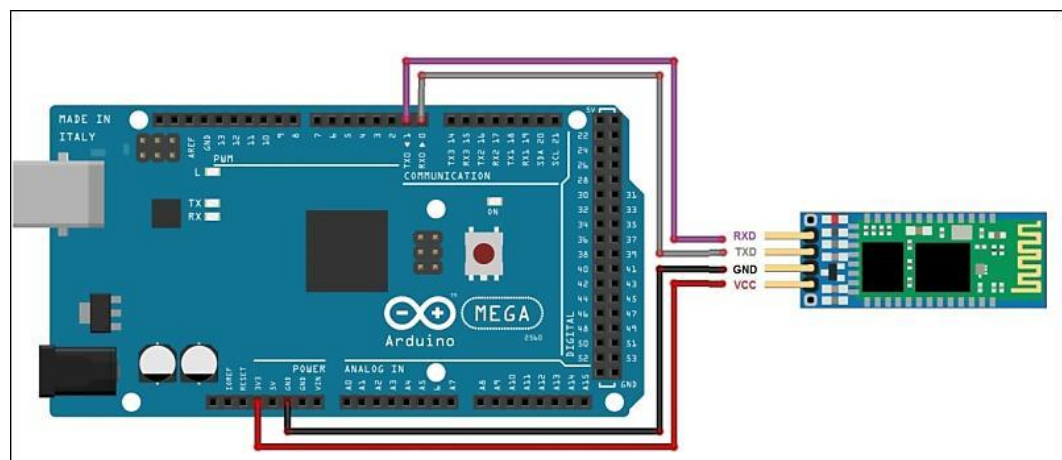


Ilustración 8 Conexión del módulo HC-06

En la aplicación, una vez situados en la pantalla 2 y habiendo activado el bluetooth del dispositivo Android, hay que hacer clic en el botón ON BLUETOOTH para realizar la conexión entre Arduino y el dispositivo Android. Al hacer clic en el botón anteriormente nombrado, aparece una pantalla para seleccionar el dispositivo bluetooth al cual se quiere conectar, hay que elegir el dispositivo HC-06, automáticamente se conectarán ambos dispositivos entre sí.

1.8.4. Instalación eléctrica

1.8.4.1. Fundamentos

En este epígrafe se redacta la instalación eléctrica proyectada para la automatización del riego. Se detallará por separado las características de cada línea de alimentación de los actuadores, teniendo en cuenta la longitud, tipo de conductores, tipo de aislamiento y tipo de instalación.

- La línea general de alimentación al cuadro eléctrico es monofásica con longitud de 60 metros y su instalación será con conductores unipolares de aislamiento XLPE en tubo y enterrada.
- La línea de alimentación al servomotor A es monofásica con longitud de 15 metros y su instalación será con conductores unipolares de aislamiento XLPE en tubo y enterrada.
- La línea de alimentación al servomotor B es monofásica con longitud de 15 metros y su instalación será con conductores unipolares de aislamiento XLPE en tubo y enterrada.
- La línea de alimentación a la bomba de riego es monofásica con longitud de 20 metros y su instalación será con conductores unipolares de aislamiento XLPE en tubo y enterrada.
- La línea de alimentación de uso general es monofásica con longitud de 1 metro y su instalación será con conductores unipolares de aislamiento XLPE en tubo al aire.

La instalación está compuesta por los siguientes actuadores que hay que tener en cuenta para realizar los cálculos:

- Dos compuertas (una en la acequia general y otra en la acequia que transcurre desde la acequia general hasta el embalse).
- Cuatro electroválvulas (una para cada tipo de cultivo).
- Bomba para riego.

Además de los nombrados anteriormente, se emplearán contactores para activar o desactivar los distintos actuadores.

La instalación eléctrica estará diseñada según los cálculos realizados y explicados más adelante en su apartado correspondiente.

El cuadro eléctrico estará compuesto por los siguientes elementos:

- Interruptor magnetotérmico general
- Interruptor diferencial
- Protección contra sobretensiones
- Interruptor magnetotérmico para línea de alimentación a compuerta 1
- Interruptor magnetotérmico para línea de alimentación a compuerta 2
- Interruptor magnetotérmico para línea de alimentación a bomba
- Contactores

Las características de los elementos a instalar se detallarán más adelante en el **Anexo 4: Materiales utilizados.**

Para la justificación de este apartado es necesario consultar el **Anexo 3: Cálculos** de cálculos.

1.9. Orden de prioridad entre los documentos

- 1- Memoria
- 2- Planos
- 3- Pliego.
- 4- Mediciones y presupuesto.
- 5- Estudios con entidad propia.

ANEXOS

ANEXOS	27
Anexo 1: Arduino.....	27
Anexo 2: App Inventor.....	50
Anexo 3: Cálculos	59
Anexo 4: Materiales utilizados. Características.....	71
Anexo 5: Estudio básico de seguridad y salud.....	88
Anexo 6: Maqueta	105
Anexo 7: Código Arduino para control de regadío	108

ANEXOS

Anexo 1: Arduino

Introducción

¿Qué es arduino?

Arduino es una placa electrónica (de circuito impreso) que dispone de un microcontrolador y pines de entrada (lectura de datos) y salida (emisión de datos) con la cual se puede hacer una gran variedad de proyectos añadiéndole a esta otros componentes electrónicos o eléctricos como sensores o actuadores (arduinodhtics, 2018).

Esta placa consiste en una plataforma open-hardware, es decir, todo lo relacionado con la placa es de libre acceso para todo el mundo.

Además, el software que emplea Arduino también es de libre acceso y gratuito, este se puede encontrar y descargar de la página web de Arduino (Arduino.cc, 2018)

Tecnología de arduino

Como se ha mencionado anteriormente, Arduino consta de un microcontrolador de la marca Atmel (Atmega328P).

Se trata de un microcontrolador muy económico y sencillo con el cual se pueden realizar diversos tipos de proyectos.

Partes de la placa de arduino

A continuación se mostrará una imagen de la placa de arduino Mega en la cual se aprecia cada componente (*Ver ilustración 10*) y seguidamente se explicará uno por uno de manera breve (arduinodhtics, 2018).

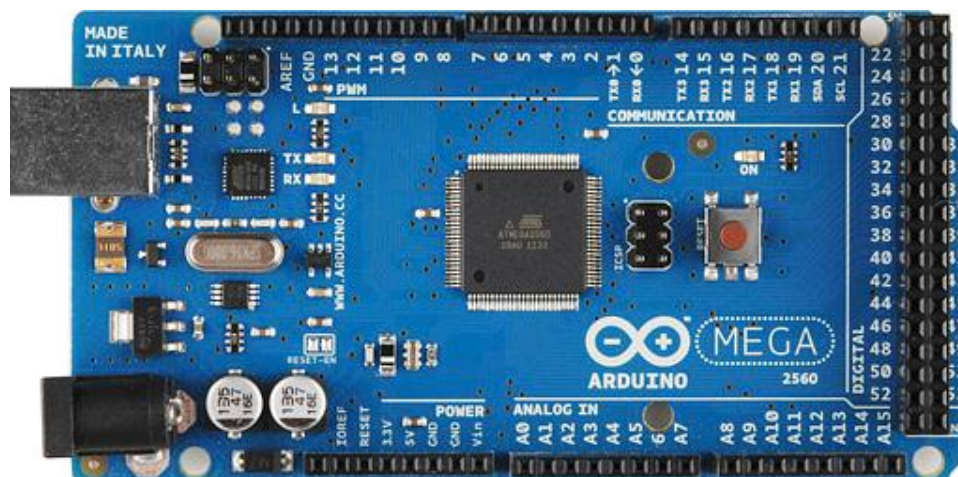


Ilustración 9 Partes de Arduino Mega 2560

- Botón de reset:

Este elemento se encarga de resetear la placa. Cuando se pulsa este botón, la placa nos ofrece el último programa que se le ha cargado.

- Puerto USB:

El conector USB se utiliza para realizar la conexión entre Arduino y el PC en el cual a través del monitor serie podemos transmitir información de Arduino al PC y viceversa.

- Fuente de alimentación externa:

Se trata de un conector Jack de 2,1 mm instalado en una fuente de tensión de entre 7V y 12V. Una tensión óptima para que trabaje Arduino es de 9V.

- Pines de alimentación:

- IORF: Este pin es de referencia de tensión a la cual debe trabajar el microcontrolador.
- RESET: Se encarga de resetear la placa, igual que el pulsador descrito anteriormente.
- 3,3v: Este pin nos ofrece 3,3 voltios, será necesario para aquellos sensores o actuadores que no por sus características eléctricas tenga que trabajar a una tensión inferior a la ofrecida por Arduino en el resto de pines (5V).

- 5v: Este pin nos ofrece 5 voltios. La mayoría de sensores o actuadores que se conectan a Arduino tendrán que ser alimentados a esta tensión.
- GND: Este pin unirá todos los conductores de masa de los sensores o actuadores conectado a Arduino y alimentados a 5 voltios o 3,3 voltios.
- Vin: Con este pin se puede alimentar a Arduino

- Pines analógicos:

Estos pines se utilizarán cuando se empleen sensores que proporcionen información analógica. Podrán configurarse como entrada o salida. El Arduino Mega 2560 dispone de dieciséis pines analógicos.

- Microcontrolador Atmega:

Este elemento se encarga de ejecutar las instrucciones de los programas creados en la IDE de Arduino.

- Indicador TX-RX:

Los indicadores TX-RX informarán al usuario, parpadeando, de la comunicación entre Arduino y el PC vía serie.

- Conectores ICSP:

Estos conectores se utilizan cuando se programa Arduino desde un entorno diferente del IDE y de la conexión por USB.

- Indicador de encendido:

Se trata de un led verde que nos indica que Arduino está alimentado correctamente.

- Indicador de carga:

Nos informa que un programa se está cargando en Arduino, el led parpadeará mientras se carga el programa.

- Pines digitales:

Tienen la misma función que los pines analógicos pero en este caso la información que se transmite de Arduino al exterior o viceversa es digital. También se podrán configurar como entrada o salida. Arduino Mega 2560 cuenta con cincuenta y cuatro pines digitales.

Dentro de los pines digitales, encontramos el pin AREF que proporciona la tensión de referencia para los pines analógicos (de 0V a 5V).

Características del microcontrolador Atmega328P

En este apartado se explicará resumidamente el microcontrolador Atmega328P y sus características (*Ver ilustración 10*).

- Modelo: 328
Es un microcontrolador de 8 bits, esto significa que el microcontrolador puede gestionar información de longitud 8 bits (1 byte).
- Tensión de funcionamiento: 5 V
El microcontrolador se alimentará a través de la placa con una tensión de 5 voltios.
- Velocidad de proceso: 16 Mhz
El microcontrolador dispone de una velocidad de procesar información de 16 Mhz, o lo que es lo mismo, 16.000.000 de instrucciones en un segundo.
- Memoria flash: 256 KB
Es la memoria donde se almacenan los programas creados por los usuarios en el IDE de Arduino.
- Memoria SRAM: 8 KB
Esta memoria se encarga de almacenar los datos generados en la ejecución de las instrucciones de un programa.
- Memoria EEPROM: 4 KB
La memoria EEPROM es de solo lectura. Aquí se encuentran las librerías necesarias para programar Arduino.



Ilustración 10 Microcontrolador Atmega

Comunicación arduino-PC

La comunicación entre Arduino y el PC se hará a través de un cable USB (Ver Ilustración 11). Debido que la comunicación entre Arduino y el PC es en serie, los bits llegan de uno en uno a Arduino, por lo tanto será necesario otro circuito integrado diferente, denominado UART (Transmisor-Receptor Asíncrono Universal), que se encargue de agrupar los bits de ocho en ocho para que el microcontrolador Atmega328P los pueda gestionar.

El UART para Arduino Mega es el Atmega 16U2 (Ver ilustración 12) y se encuentra próximo a los indicadores TX-RX nombrados anteriormente.

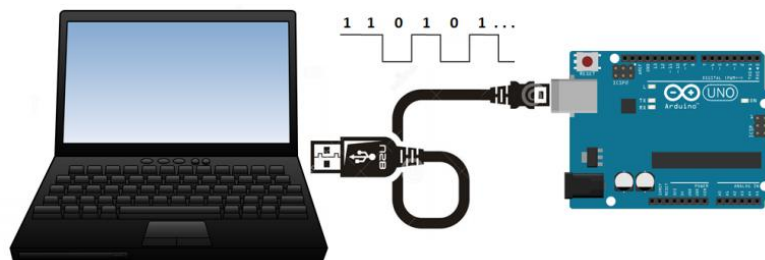


Ilustración 11 Comunicación Serie entre Arduino y PC

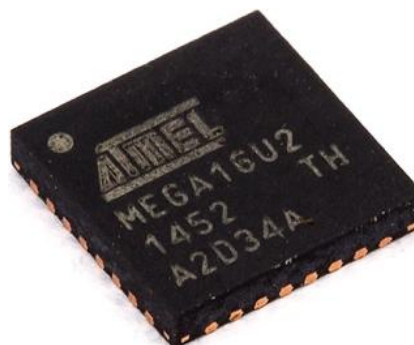


Ilustración 12 Atmega 16U2

Conexión PC-arduino y configuración del IDE

Para la conexión entre el PC y Arduino es necesario un cable USB tipo A-tipo B (Ver ilustración 13). El conector tipo B irá conectado al Arduino y el conector tipo A al PC.



Ilustración 13 Cable USB tipo A-tipo B para conexión PC-Arduino

Para que haya conexión entre Arduino y el PC, es necesario tener el programa de Arduino abierto.

Una vez conectado el cable USB tanto a Arduino como al PC y con el programa abierto, el sistema operativo de nuestro PC detecta un dispositivo conectado en el puerto USB.

Seguidamente de que el PC haya detectado el Arduino, hay que tener en cuenta estos dos puntos:

1. Hay que ver si la placa configurada en el IDE corresponde con nuestra placa. Para ello hay que seguir la siguiente ruta en el IDE: Herramientas/Placa, como se muestra en la ilustración 14.

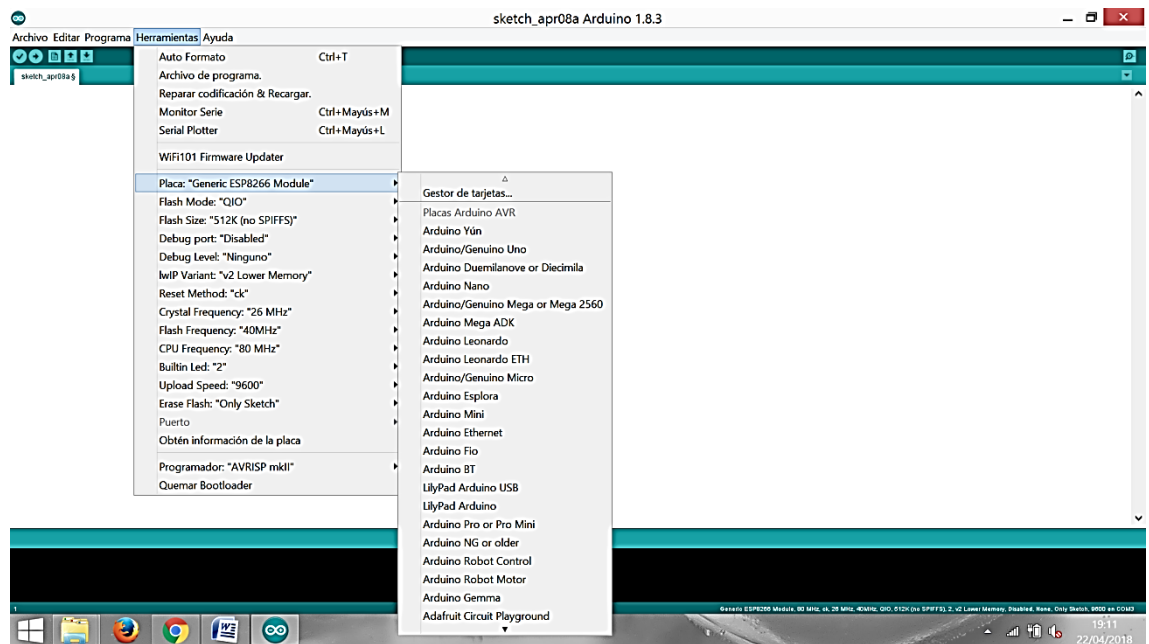


Ilustración 14 Configurar placa arduino

Aquí seleccionaremos nuestra placa.

2. Comprobar que nuestra placa tiene un puerto COM asignado. Para ello seguiremos la siguiente ruta en el IDE de Arduino: Herramientas/Puerto, como se muestra en la ilustración 15.

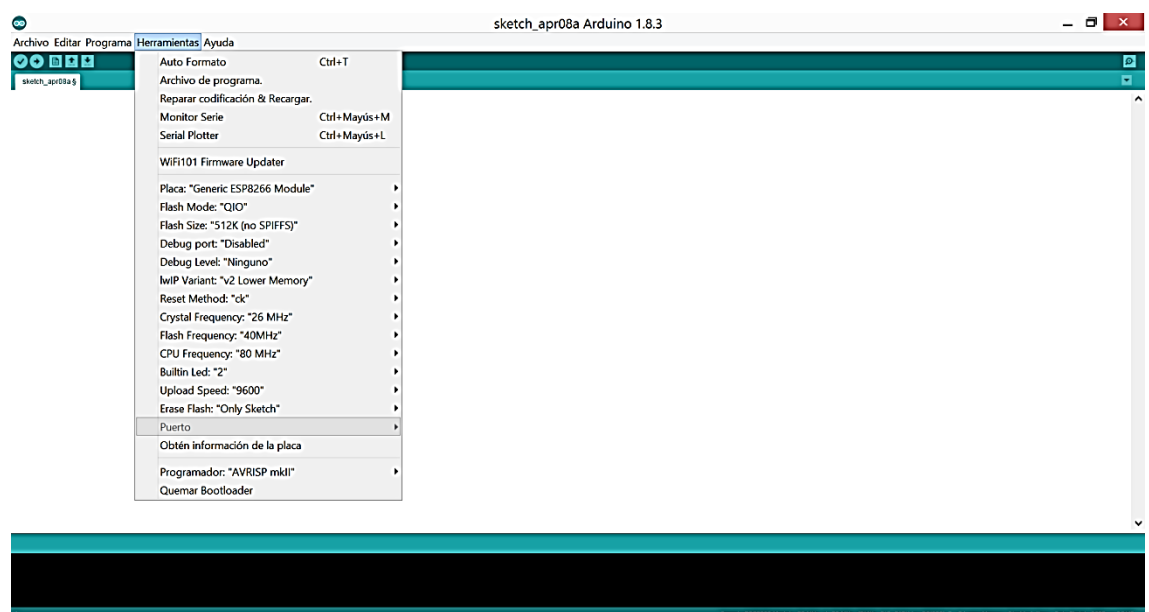


Ilustración 15 Comprobación puerto COM

Análisis del IDE

La ventana que se abre al hacer doble click en el acceso directo que se ha creado de arduino es la que se muestra en la ilustración 16. En este apartado se explicarán los botones que se encuentran en la parte superior del IDE.

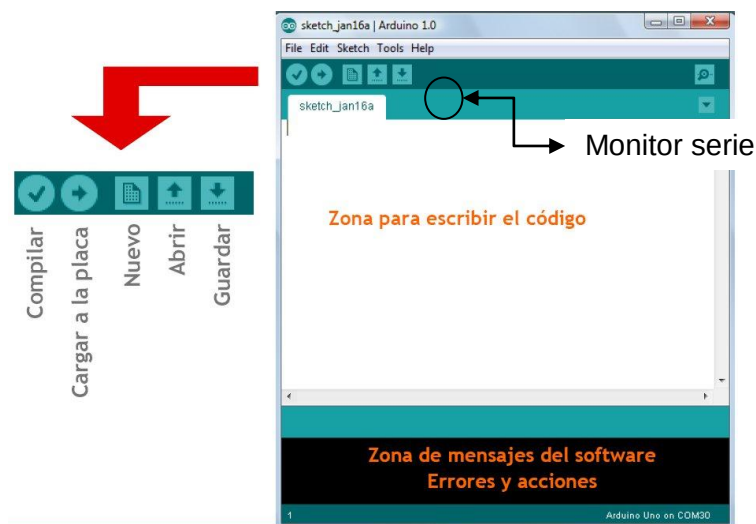


Ilustración 16 Botones parte superior IDE

- Botón “Compilar”:

Haremos click en este botón cuando se haya terminado de escribir el programa. Al hacer click, automáticamente se inicia un estudio de la sintaxis del programa escrito, buscando cualquier error. Esto lo podremos observar viendo cómo se carga una barra verde a la derecha.

En caso de existir algún error, se mostrará en la ventana de color negro de la parte inferior del IDE de Arduino. Por el contrario, si la compilación es positiva, no se detecta ningún error, aparecerá un mensaje de que todo está correcto.

Es recomendable hacer click en este botón siempre, aunque estemos muy seguros de que nuestro código está correcto.

- Botón “Cargar a la placa”:

Cuando se hace click en este botón, se carga el programa diseñado en el IDE en el microcontrolador Atmega328P.

Si se carga un programa en el microcontrolador sin haber hecho click antes en el botón “Compilar”, el proceso de compilación se ejecuta automáticamente antes de cargarlo en el microcontrolador.

- Botón “Nuevo”:

Al hacer click en este botón, se genera una nueva ventana (sketch) para escribir el código.

- Botón “Abrir”:

Este botón se utilizará cuando se desee abrir un programa diseñado anteriormente.

- Botón “Guardar”:

El botón “Guardar” se utiliza una vez diseñado el programa deseado para almacenarlo en una carpeta de nuestro PC.

- Botón “Monitor Serie”:

Al hacer click sobre este botón, se abre una ventana en la cual podremos intercambiar información con el Arduino.

Aquí se puede ver por ejemplo los valores de los sensores o actuadores conectados al Arduino.

Librerías

Las librerías son conjuntos de funciones e instrucciones creadas para que un dispositivo se pueda vincular a Arduino de manera más fácil. Los componentes que se conectan a Arduino tienen sus propias librerías y estas deben estar escritas al inicio del código para que funcione correctamente (Arduino.cc, 2018).

Cuando se instala Arduino por primera vez en el PC, automáticamente se instalan las librerías por defecto, estas librerías se encuentran en la siguiente ruta: C:\Archivo de programas (x86)\Arduino\libraries.

Hay dos tipos de librerías, las que van por defecto al instalar el programa y las que son desarrolladas por otros usuarios de Arduino y facilitadas al resto de usuarios.

Para hacer uso de las librerías creadas por otros usuarios de arduino, hay que instalarlas. Para ello hay que seguir los siguientes pasos:

1. Buscar en internet la librería deseada para nuestro proyecto.
2. Descargar en el PC la carpeta ZIP de dicha librería.
3. Descomprimir la carpeta ZIP y guardarla con el mismo nombre que el archivo ZIP.
4. Se deberá guardar la carpeta en la siguiente dirección: C: /Archivo de programas (x86)/Arduino/Libraries.
5. Abrir el IDE de Arduino y accedemos al menú.
6. Hacer click en añadir librería.
7. Seleccionar la librería deseada y hacer click en abrir.

Al hacer click sobre la librería, se puede apreciar que se añade en el código del IDE de Aduino y ya está lista para utilizar.

Lenguaje de programación

Lenguaje de arduino

El lenguaje de programación que se emplea en Arduino es especial ya que se basa en la sintaxis de los leguajes de programación C y C++ pero con una estructura y comandos específicos que facilitan la interacción con sensores, actuadores y dispositivos que se conectan al Arduino.

Partes de un programa de arduino

La estructura básica que presenta Arduino al abrir el IDE es la siguiente (*Ver ilustración 17*):

- Primera parte: En esta parte se introducen datos al iniciar el programa.
Void setup(){
Intrucciones
}

- Segunda parte: Aquí se escriben las instrucciones del programa que se tienen que repetir constantemente.

```
Void loop(){  
  Instrucciones  
}
```

Además es conveniente añadir comentarios a cada línea del código ya que después facilitará bastante la lectura del código.

Para añadir comentarios escribiremos // y el comentario pertinente.



Ilustración 17 Partes de un programa de Arduino

Variables

Una variable es un elemento donde se puede almacenar información, ya sean números, letras o combinación de ambos. Hay distintos tipos de variables pero los más empleados son los siguientes:

- int: Este tipo de variable, almacenará números enteros.
- boolean: Este tipo de variable, almacenará dos posibles valores, True o False.
- char: Este tipo de variable, almacenará caracteres.

Las variables se podrán declarar en cualquier parte del código de Arduino, según el interés del programador.

Constantes

Un valor de una constante, no podrá ser modificado nunca. En Arduino existen unas constantes que alteran el estado de un elemento, estas constantes son las siguientes, HIGH, LOW, INPUT y OUTPUT. A continuación se explica brevemente cada una de ellas.

- HIGH

Esta constante da un nivel alto (activo) al componente conectado a Arduino. Esto significa que salen por el pin 5 voltios.

- LOW

Al contrario que la constante HIGH, esta constante proporciona un nivel bajo al componente conectado a Arduino. Esto significa que salen por el pin 0 voltios.

- INPUT

Con esta constante, definiremos a un pin de Arduino como entrada, es decir, Arduino recibirá información del exterior a través de este pin.

En este pin se suelen conectar elementos como los sensores.

- OUTPUT

Con esta constante, definiremos a un pin de Arduino como salida, es decir, Arduino emite información al exterior a través de este pin.

En este pin se suelen conectar elementos como los actuadores.

Instrucciones de control en la programación de arduino

Las instrucciones de control ayudan al programador a resolver sus problemas con el fin de que Arduino actúe según los proyectos planteados por el programador. A continuación se presentan las instrucciones de control que se han empleado en este proyecto y además otras que son usuales.

- IF (Si condicional)

Esta instrucción comprobará el valor de una variable y decidirá si se cumple o no la condición.

- ELSE (Si no...)

En este caso, esta instrucción es la alternativa a la descrita anteriormente, ya que si no se cumple una condición situada en el IF, se cumple en la instrucción ELSE.

- FOR (DESDE)

Esta instrucción nos permite repetir un número determinado de veces una sentencia.

- WHILE (MIENTRAS...)

Con la instrucción WHILE, se ejecutarán una serie de sentencias mientras se de la condición deseada.

- SWITCH/CASE y BREAK

Al igual que sucede con las instrucciones IF y ELSE, en este caso pasa igual, las dos sentencias son un complemento una de la otra.

Esta instrucción funciona de la siguiente manera:

1. Se le el valor de la variable situada en el SWITCH y se compara con los diferentes CASE.
2. Si el dato del SWITCH coincide con el de algún CASE, se ejecutará la parte del código respectivo a dicho CASE.

Funciones predefinidas en arduino

A continuación se explicarán brevemente algunas de las funciones predefinida de Arduino más usadas.

- pinMode()

Su sintaxis es: pinMode(pin,INPUT/OUTPUT)

En este caso, asignaremos al pin elegido como entrada (INPUT) o como salida (OUTPUT).

- digitalWrite()

Esta función solo se emplea para información de carácter digital. Además, esta función se utilizará cuando el pin deseado esté configurado como salida (OUTPUT), es decir, se utilizará para activar/desactivar actuadores.

Su sintaxis es: digitalWrite(pin, valor), siendo valor HIGH (nivel alto) o LOW (nivel bajo).

- `digitalRead()`

Esta función solo se emplea para información de carácter digital. Además, esta función se utilizará cuando el pin deseado esté configurado como entrada (INPUT), es decir, se utilizará para recoger información de sensores digitales.

Su sintaxis es: `digitalRead(pin)`

- `analogWrite()`

Esta función solo se emplea para información de carácter analógica. Además, esta función se utilizará cuando el pin deseado esté configurado como salida (OUTPUT), es decir, se utilizará para activar/desactivar actuadores.

Su sintaxis es: `analogWrite(pin, valor)`, siendo valor un dato analógico.

- `analogRead()`

Esta función solo se emplea para información de carácter analógica. Además, esta función se utilizará cuando el pin deseado esté configurado como entrada (INPUT), es decir, se utilizará para recoger información de sensores analógicos.

Su sintaxis es: `analogRead (pin)`

Gestión del tiempo en arduino

Otra función muy usada en este proyecto es “delay”, que se emplea para aplicar tiempos a las ejecuciones de las instrucciones. Su sintaxis es: `delay (valor)`, siendo valor un dato en milisegundos, es decir, si quieres temporizar un segundo, esto sería, `delay (1000)`. Además de la función `delay`, existen otras funciones similares para gestionar el tiempo en un programa de arduino, estas son:

- `millis()`

La función `millis()` consiste en contar en milisegundos desde que se ejecuta la instrucción hasta aproximadamente 50 días.

Para que la función `millis()` devuelva el tiempo en milisegundos y los almacene en una variable, esta debe ser del tipo `unsigned long`.

- `micros()`

La función `micros()` consiste en contar en microsegundos desde el momento que es activada hasta unos 70 minutos aproximadamente.

Igual que la función `milli()`, la función `micros()` también debe guardarse en una variable de tipo `unsigned long`.

Visualizar variables por el monitor serie

Para poder visualizar el valor de las variables por el monitor serie, hay que introducir en el programa unas instrucciones específicas, estas instrucciones son las siguientes:

- Hay que establecer la velocidad de comunicación entre el PC y Arduino. Normalmente esta velocidad es 9600 bps (bits por segundo). Esto debe hacerse dentro del Void setup.

La instrucción que se debe escribir es la siguiente:

`Serial.begin(9600);` (Depende de la velocidad interesada).

El siguiente paso es escribir en el Void loop la variable que queremos que se imprima en el monitor serie. Esto se realiza con la siguiente instrucción:

`Serial.println (variable)`

Además, podemos comunicarnos con la placa de Arduino introduciendo texto en el monitor serie y transmitiéndoselo a la placa.

En este apartado hay que tener en cuenta dos instrucciones que serán muy útiles para comunicarnos con el monitor serie, estas instrucciones son:

- `Serial.available()`

Esta función se encarga de activar la comunicación serie con el fin de enviar o recibir información mientras se ejecuta el programa.

- `Serial.read()`

Con esta función se puede leer toda la información que venga del puerto serie.

Placas de arduino más usadas

A continuación se presentan las distintas placas de Arduino con una breve explicación y sus características (Ver ilustración 18).

- Arduino LEONARDO



Ilustración 18 Placa Arduino Leonardo

En comparación con el Arduino UNO, esta placa es más completa. El Arduino LEONARDO se emplea en proyectos donde se necesite un mayor número de entradas y salidas. Además, esta placa carece de microcontrolador UART para la conexión serie ya que la función de este chip la hace el propio microcontrolador de la placa LEONARDO.

Las características son:

- Microcontrolador Atmel.
- Modelo: Atmega32u4 de 8 bits.
- Tensión de funcionamiento: 5V.
- Tensión de alimentación externa: entre 7V y 12V.
- N° de pines digitales: 20.
- N° de pines analógicos: 12.
- Memoria flash: 32 KB, de los cuales 4 KB son para bootloader.
- Memoria SRAM: 2,5 KB.
- Memoria EEPROM: 1 KB.

- Velocidad de proceso: 16 Mhz.
- Arduino DUE



Ilustración 19 Placa Arduino DUE

Esta placa es la más potente de la familia Arduino ya que tiene una velocidad de proceso muy superior a las demás placas.

En cuanto a memoria de almacenamiento, también es superior que la anterior descrita y que Aduino UNO.

Hay que destacar que esta placa trabaja a 3,3V y por lo tanto hay que tenerlo en cuenta a la hora de conectar sensores o actuadores que se alimenten a una tensión diferente.

Las características son:

- Microcontrolador Atmel.
- Modelo: AT91SAM3X8E de 32 bits.
- Tensión de funcionamiento: 3,3V.
- Tensión de alimentación externa: entre 7V y 12V.
- Nº de pines digitales: 54.
- Nº de pines analógicos: 12.
- Memoria flash: 512 KB.
- Memoria SRAM: 96 KB.
- Velocidad de proceso: 84 Mhz.

- Arduino UNO

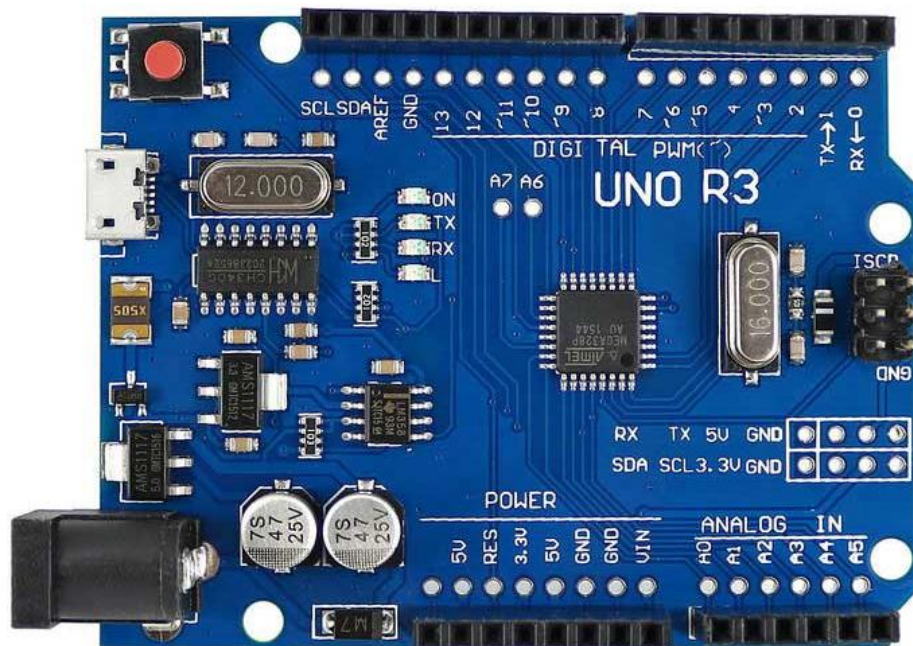


Ilustración 20 Placa Arduino UNO

Esta placa es muy sencilla pero para iniciarse en este mundo es muy útil ya que contiene un número reducido de pines digitales y analógicos.

Las características son:

- Microcontrolador Atmel.
- Modelo: 328P de 8 bits.
- Tensión de funcionamiento: 5V.
- Tensión de alimentación externa: entre 7V y 12V.
- Nº de pines digitales: 14.
- Nº de pines analógicos: 6.
- Memoria flash: 32 KB.
- Memoria SRAM: 2 KB.
- Memoria EEPROM: 1 KB.
- Velocidad de proceso: 16 Mhz.

- Arduino YUN

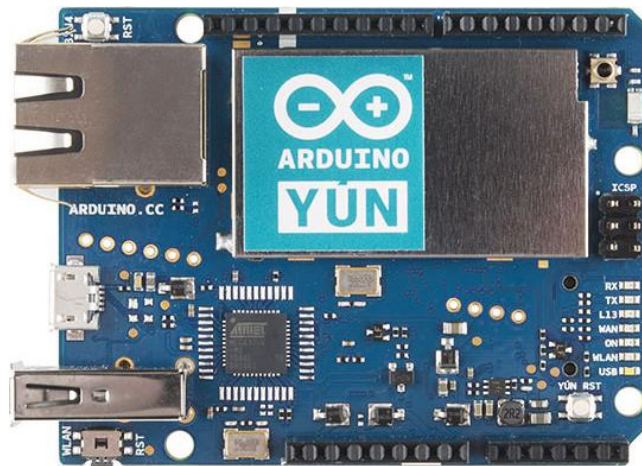


Ilustración 21 Placa Arduino YUN

Esta placa es un tanto especial, ya que por un lado tiene una parte de Arduino y por otro lado tiene una parte de PC. El sistema operativo que contiene en la parte de PC es Linux.

Para interactuar entre las dos partes comentadas, es necesario un lenguaje de programación específico, este programa es Phyton. Además esta placa dispone de una librería llamada *bridge* encargada de comunicar el microcontrolador con el microprocesador.

Las características son:

- Microcontrolador Atmel.
- Modelo: Atmega 32U4.
- Tensión de funcionamiento: 5V.
- N° de pines digitales: 20.
- N° de pines analógicos: 12.
- Memoria flash: 32 KB, de los cuales 4 KB son para el bootloader.
- Memoria SRAM: 2,5 KB.
- Memoria EEPROM: 1 KB.
- Velocidad de proceso: 16 Mhz.
- Procesador: Atheros.
- Modelo: AR9331.

- Velocidad de proceso: 400 Mhz.
- Tensión de funcionamiento: 3,3V.
- Dispositivo Ethernet: 802.3 10/100 Mbit/seg.
- Dispositivo Wi-Fi: 802.11 b/g/n.
- Conexión USB 2.0 tipo B para conexión de dispositivos.
- Lector de tarjetas: tarjeta micro SD.
- Memoria RAM: 64 MB tipo DDR2.
- Memoria Flash: 16 MB.

- Arduino MICRO

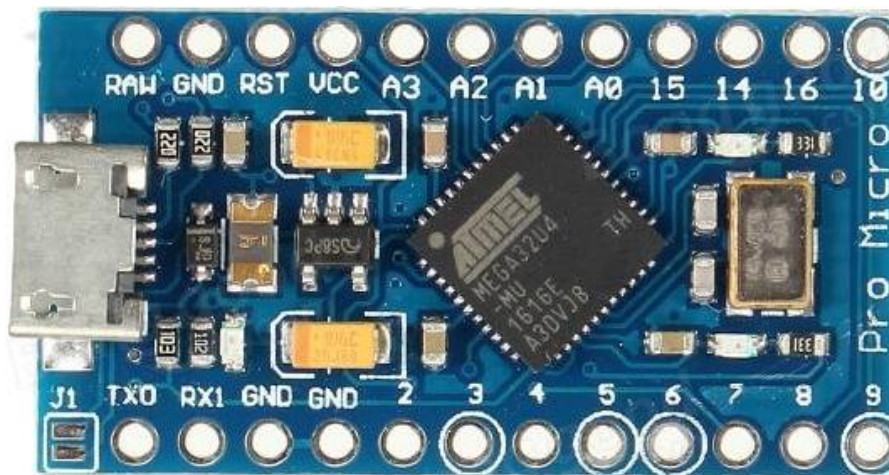


Ilustración 22 Placa Arduino Micro

Se trata de una placa de pequeño tamaño, ideal para proyectos en los que el espacio sea reducido. Al igual que la placa LEONARDO, en esta placa tampoco existe el chip UART, ya que el propio microcontrolador hace la función de dicho chip.

Como se puede observar en la imagen 12, los pines de entradas y salidas no disponen de zócalo, por lo tanto hay que soldar el conductor al pin deseado.

Las características son:

- Microcontrolador Atmel.
- Modelo: Atmega32u4 de 8 bits.
- Tensión de funcionamiento: 5V.
- Tensión de alimentación externa: entre 7V y 12V.

- Nº de pines digitales: 20.
- Nº de pines analógicos: 12.
- Memoria flash: 32 KB, de los cuales 4 KB son para el bootloader.
- Memoria SRAM: 2,5 KB.
- Memoria EEPROM: 1 KB.
- Velocidad de proceso: 16 Mhz.

Bus I²C (Inter-Integrated Circuit)

Introducción

En este epígrafe se detalla en que consiste el bus de comunicación I²C ya que los sensores de temperatura empleados en el presente proyecto se comunican con arduino mediante este bus.

Este bus fue desarrollado en 1982 por Philips con el objetivo de comunicar internamente distintos dispositivos electrónicos y a partir de esta fecha otros fabricantes lo fueron adaptando hasta convertirlo en lo que es hoy en día, un estándar del mercado.

Funcionamiento del Bus I²C

El funcionamiento del bus (Ver ilustración 23) según (Llamas, www.luisllamas.es, 2016) consiste en tres cables que conectan al sensor/actuador con arduino, dos de ellos de alimentación (positivo y negativo) y el otro para enviar datos (SDA).

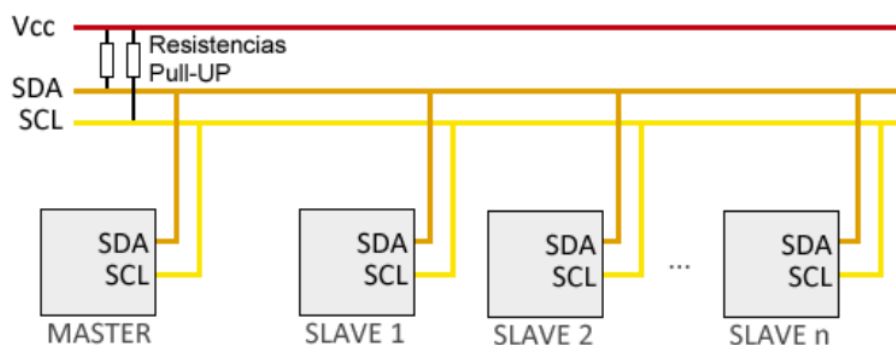


Ilustración 23 Esquema de conexión Bus I2C

En el bus, cada dispositivo conectado a él, dispone de una dirección específica. Esta dirección se puede modificar por hardware (modificando la posición de jumpers o interruptores) o también por software.

Como se puede apreciar en la imagen posterior, este bus de comunicación sigue la conexión de tipo *maestro-esclavo*. El componente maestro es el encargado de enviar o recibir datos de los esclavos. Es posible disponer de varios maestros, pero siempre va a haber un maestro por encima de los demás.

El maestro se encarga de tener sincronizados todos los componentes conectados al bus, mediante un señal de reloj.

Para una correcta comunicación con el bus I²C es necesario conectar una resistencia *pull-up* como se muestra en la imagen anterior. El valor de esta resistencia debe estar comprendido entre 1 KΩ y 4,7 KΩ para un buen funcionamiento (Llamas, www.luisllamas.es, 2016).

El formato de datos enviados por el bus es el siguiente (Ver ilustración 24):

- 7 bits a la dirección del dispositivo esclavo con el que queremos comunicar.
- 1 bit restante indica si la información se envía o se recibe.
- 1 bit de validación.
- 1 byte o más son los datos enviados o recibidos del esclavo.
- 1 bit de validación.

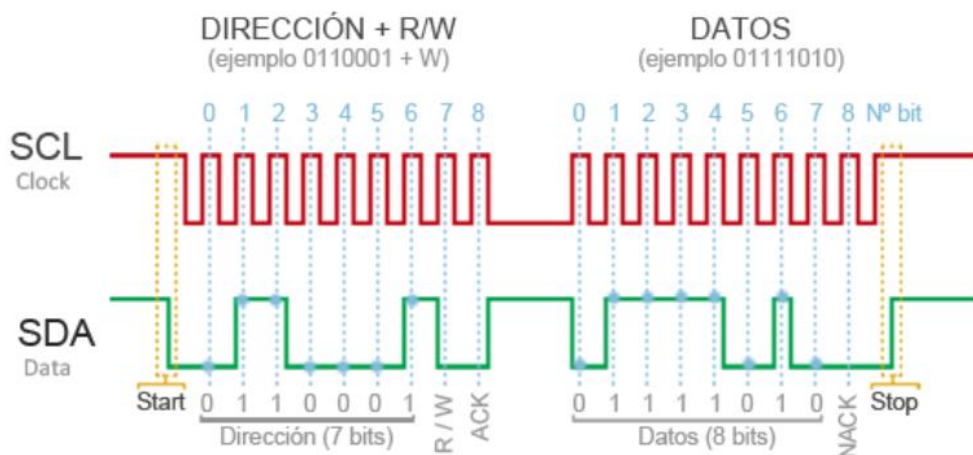


Ilustración 24 Datos enviados por el Bus

Mediante estos 7 bits, es posible acceder a 112 dispositivos conectados al mismo bus (16 direcciones de las 128 posibles, se reservarán para usos especiales).

La velocidad estándar de transmisión de datos por el bus es de 100 MHz aunque existe el modo de alta velocidad a 400 MHz.

Bus I²C en arduino

Para trabajar con el bus I²C en arduino, el IDE Standard cuenta con una librería específica, esta es “Wire.h”, la cual dispones de las funciones necesarias para controlar el hardware integrado. Además existen otras librerías más avanzadas (I2Cdevlib o I2C library) (Llamas, www.luisllamas.es, 2016).

A continuación se muestran algunas de las funciones más básicas de esta librería:

- Wire.begin() → Se encarga de inicializar el hardware.
- Wire.beginTransmission(address); → Inicializa la transmisión.
- Wire.endTransmission(); → Finaliza la transmisión.
- Wire.requestFrom(address,nBytes); → Solicita un número de bytes al esclavo en la dirección address.
- Wire.available(); → Detecta si hay datos pendientes por ser leídos.
- Wire.write(); → Envía un byte.
- Wire.read(); → Recibe un byte

Ventajas e inconvenientes

Ventajas:

- El cableado es muy simple, ya que son necesarios pocos cables.
- Dispone de mecanismos que verifican que la señal ha llegado.

Inconvenientes:

- La velocidad de transmisión de datos es media-baja.
- No hay verificación de que el contenido del mensaje es correcto (Llamas, www.luisllamas.es, 2016).

Anexo 2: App Inventor

¿Qué es App Inventor?

Según (Prieto, 2015) App inventor es una herramienta de programación creada por el MIT (Instituto Tecnológico de Massachussetts) y adoptada por Google para que sus usuarios puedan crear aplicaciones de forma sencilla para dispositivos android.

Para crear una aplicación en App Inventor, hay que seguir los siguientes tres pasos:

1. Diseñador. Muestra la pantalla de un móvil y es donde se incorporan los distintos componentes (imágenes, botones, audios, textos, etc) necesarios para crear la aplicación.
2. Editor de bloques. En esta ventana se crea la programación del funcionamiento de la aplicación utilizando los distintos bloques.
3. Generador de la aplicación. Una vez programada la aplicación, se puede generar el archivo APK (instalador de la aplicación) mediante código QR o código alfanumérico.

Requisitos para utilizar AI2

La herramienta de AI2 para trabajar en línea accesible a través de un navegador web si se dispone de una cuenta de usuario en Google. El equipo idóneo para crear la aplicación es un ordenador PC (Windows, Mac o Linux) y el navegador recomendado es la última versión de Google Chrome o Mozilla Firefox. Para trabajar con AI2 no es necesario tener instalado en el ordenador ningún programa específico.

A continuación se detallan los pasos a seguir para iniciar en AI2.

1. Abre el navegador Google Chrome.
2. Accede a la dirección de AI2: <http://ai2.appinventor.mit.edu/>
3. Introduce tus credenciales de Google: *usuario y contraseña*.
4. Se muestra el cuadro de diálogo *Welcome to App Inventor!* (Bienvenido a App Inventor).

5. Clic en el botón *Continue* (Ver ilustración 25).



Ilustración 25 Paso para iniciar AI2

6. Para cambiar el idioma de la interfaz, en la barra de menús superior derecha, pulsar en English para desplegar la lista y elegir el idioma conveniente (Ver ilustración 26).



Ilustración 26 Paso para iniciar AI2

7. La primera pantalla donde situarse es en *Mis proyectos*, donde es posible gestionar los proyectos ya creados o comenzar un nuevo proyecto.

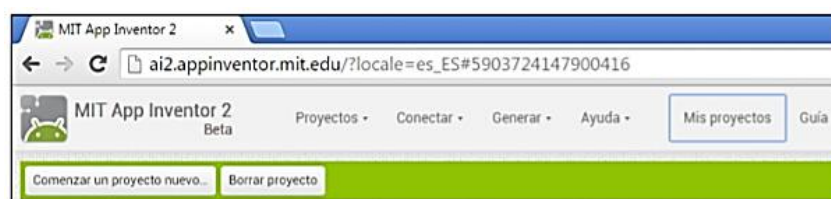


Ilustración 27 Paso para iniciar AI2

8. Una vez que se inicia un proyecto nuevo, nos aparecerá la siguiente pantalla para introducir los componentes necesarios para crear la aplicación (Ver ilustración 28).

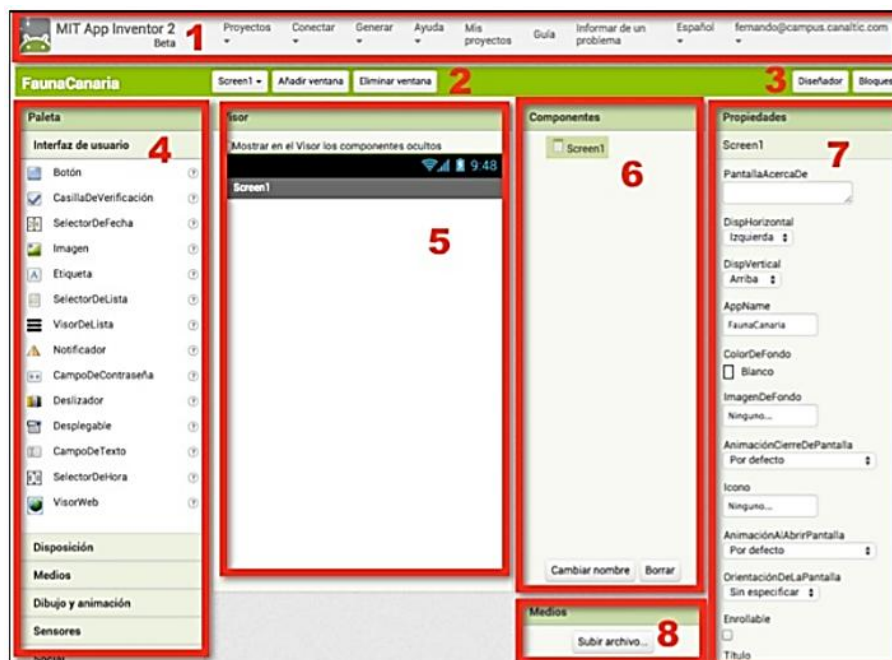


Ilustración 28 Paso para iniciar AI2

A continuación se detalla cada apartado de la pantalla:

1. Barra de menus. En la barra de menus se encuentran diferentes botones (Acceder al gestor de proyectos, conectar con el simulador o dispositivo Android, generar el instalador APK, idioma, etc) para trabajar en AI2.
2. Gestor de pantallas. Se trata de un listado de pantallas para seleccionar en la que se quiere editar. Además está el botón de *Añadir ventana* o *Eliminar ventana*.
3. Diseñador/Bloques. Con estos botones podremos acceder al *Diseñador* (donde se seleccionan los componentes necesarios para la creación de la aplicación) o a los *Bloques* (donde se programa el comportamiento de los componentes seleccionados en el *Diseñador*).
4. Paleta de componentes. Aquí se ensuentran organizados por familias, los componentes que se pueden añadir a las pantallas de la aplicación.
5. Visor. Se trata de una pantalla donde se pueden ver los componentes instalados en dicha pantalla.

6. Componentes. En este apartado se puede apreciar una estructura de tipo árbol donde su nodo principal es el componente *Screen* (Pantalla). Así, podremos acceder a los distintos elementos que hemos situado en esa pantalla. Al pulsar sobre el componente deseado, iremos al panel de *Propiedades* para configurar sus parámetros. Además podremos nombrar (botón Cambiar nombre) o borrar (botón Borrar) los componentes.
7. Propiedades. Aquí podremos editar cada componente utilizado.
8. Medios. En este apartado se puede *Subir* o *Eliminar* los archivos de imagen, audio, etc utilizados en la aplicación.

Sistema para probar en directo las aplicaciones

Existen tres posibilidades diferentes para ver la aplicación creada en un dispositivo mientras se está construyendo esta, a esto se le llama “Prueba en directo”. Esta prueba no es imprescindible pero si es recomendable.

A continuación se detallan las posibles formas de probar en directo la aplicación creada.

Dispositivo Android + WiFi en ordenador PC

Esta opción es la más recomendada. Consiste en instalar la aplicación *MIT AI2 Companion* en el dispositivo Android para establecer conexión con la web <http://ai2.appinventor.mit.edu/> y probar las aplicaciones realizadas en esta aplicación. El requisito imprescindible es que el dispositivo Android y el ordenador que accede a la interfaz web deben estar conectados a la misma red WiFi (Ver ilustración 29).



Ilustración 29 Conexión por WIFI

A continuación se detallan los pasos a seguir para realizar este proceso:

Paso1. Instalar MIT AI2 Companion

- Accede a *Play Store* e introduce *MIT AI2 Companion* como expresión de búsqueda para localizar esta aplicación.
- Instalar esta App en el dispositivo Android (Ver ilustración 30).



Ilustración 30 App para dispositivo Android

Paso 2. Conectar el ordenador y el dispositivo Android a la misma red WiFi

- Desde la interfaz web de App Inventor, seleccionar *Connect>AI Companion* (Ver ilustración 31).

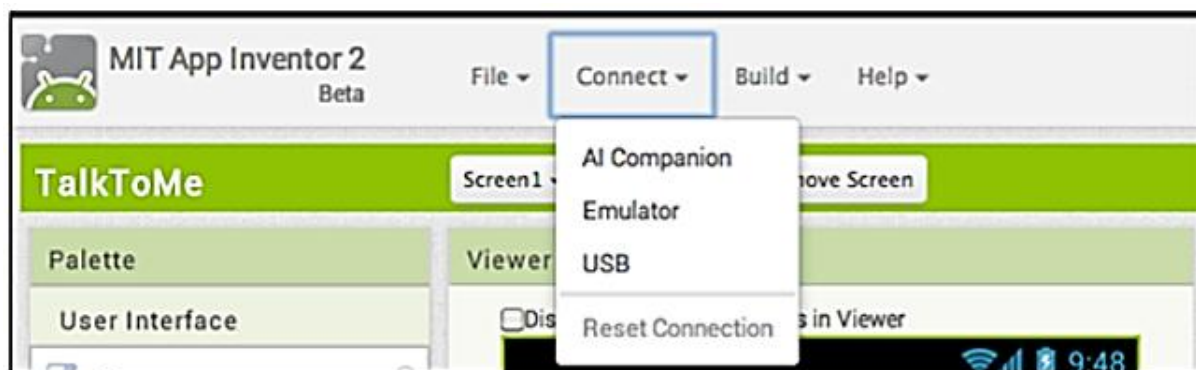


Ilustración 31 Conexión interfaz web de App Inventor

- Aparecerá un cuadro de diálogo que contiene un código QR en la pantalla del ordenador.
- Iniciar la app *MIT AI Companion* en el dispositivo Android.
- Pulsar el botón *Scan QR Code* y escanear el código que aparece en la ventana de App Inventor.

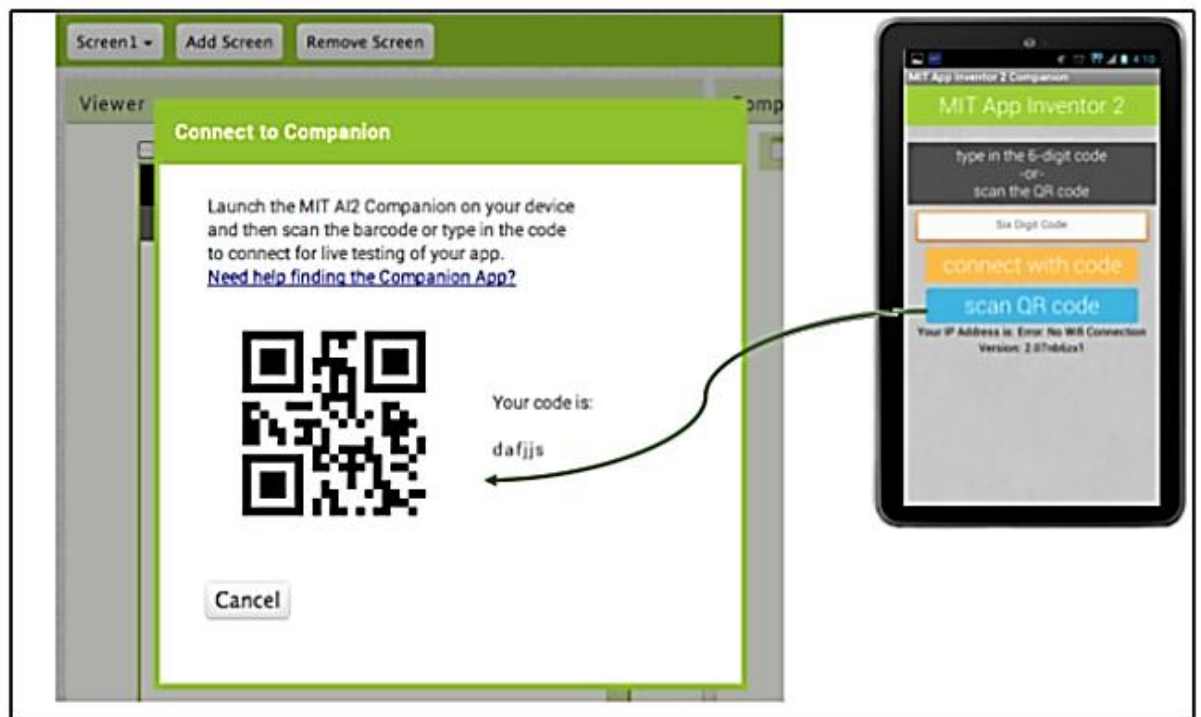


Ilustración 32 Botón Scan QR Code de la App

- Además de hacer con el código QR, también se puede realizar la conexión introduciendo el código alfanumérico que aparece al lado del código QR y pulsar el botón *connect with code* (conectar con código).

Sin WiFi ordenador PC + conexión USB con dispositivo Android.

En este caso, para poder probar la aplicación en directo, necesitaremos un cable USB, el ordenador y el dispositivo Android. Esta forma de probar se emplea cuando es imposible que haya comunicación inalámbrica entre los dos dispositivos.

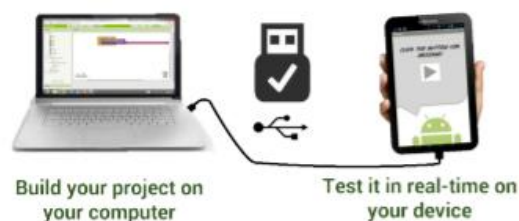


Ilustración 33 Conexión por USB

A continuación se detallan los pasos a seguir para realizar la prueba en directo:

Paso 1. Instalar el software de App Inventor en el ordenador Windows.

- Descargar el instalador de MIT App Inventor Tools:
http://appinv.us/aisetup_windows
- Ejecutar este instalador y seguir sus pasos por defecto.

Paso 2. Descargar e instalar la app MIT AI2 Companion en el dispositivo android.

- Accede a Play Store e introduce MIT AI Companion como expresión de búsqueda para localizar esta aplicación.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=edu.mit.appinventor.aicompanion3>
- Instalar esta app en el dispositivo Android.

Paso 3. Ejecutar el programa aiStarter en el ordenador

- Para utilizar el cable USB es necesario utilizar un programa llamado aiStarter. Este programa permitirá al navegador comunicarse con el cable USB.
- Hacer clic en el icono de este programa para ejecutarlo (*Ver ilustración 34*).

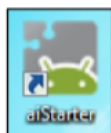


Ilustración 34 Icono del programa para ejecutar

- Se abre una ventana de fondo negro que es necesario mantener abierta mientras el programa funciona.

Paso 4. Configurar el dispositivo Android en modo depuración USB

- Para activar el modo depuración USB, acceder a *Ajustes > Opciones de desarrollo > Depuración USB*.

Paso 5. Conexión del ordenador y el dispositivo Android

- Conectar ambos dispositivos usando un cable USB

- Conectar el dispositivo Android como *dispositivo de almacenamiento masivo*.
- Pulsar en el botón *Aceptar* en el cuadro *Permitir depuración USB?*

Paso 6. Probar la conexión

- Desde el ordenador visita la página de prueba en el navegador web: <http://appinventor.mit.edu/test>
- observa si el ordenador detecta al dispositivo Android.

Una vez configurado los pasos anteriormente descritos, vamos a AI2 y seleccionamos *Connect > USB* (Ver ilustración 35). La aplicación se mostrará en la app *MIT AI2 Companion* del dispositivo Android.

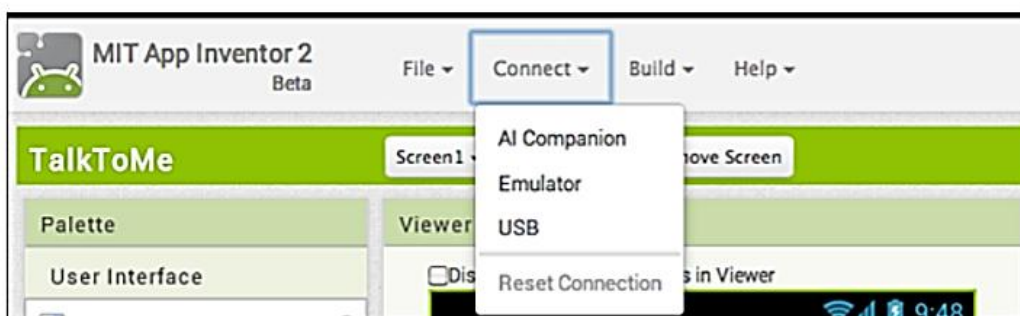


Ilustración 35 Paso para proceso de configuración

Sin dispositivo Android: uso del ordenador

Esta solución se tendrá en cuenta cuando no se disponga de dispositivo Android y por tanto la prueba directa se realizará en el mismo ordenador donde se crea la aplicación.



Ilustración 36 Prueba directa en el mismo ordenador

A continuación se detallan los pasos a seguir para hacer la prueba directa de la aplicación en el ordenador.

Paso 1. Instalar el software de App Inventor en el ordenador

- Descargar el instalador de MIT App Inventor Tools: http://appinv.us/aisetup_windows
- Ejecutar este instalador y seguir sus pasos por defecto.

Paso 2. Ejecutar el programa aiStarter en el ordenador

- Para utilizar el cable USB es necesario utilizar un programa llamado aiStarter. Este programa permitirá al navegador comunicarse con el cable USB.
- Hacer clic en el icono de este programa para ejecutarlo (Ver *ilustración37*).

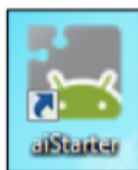


Ilustración 37 Icono del programa para ejecutar

- Se abre una ventana de fondo negro que es necesario mantener abierta mientras el programa funciona.

Paso 3. Conectar el simulador (Ver *ilustración 38*)

- En la barra de menús de AI2 selecciona *Connect > Emulator*.

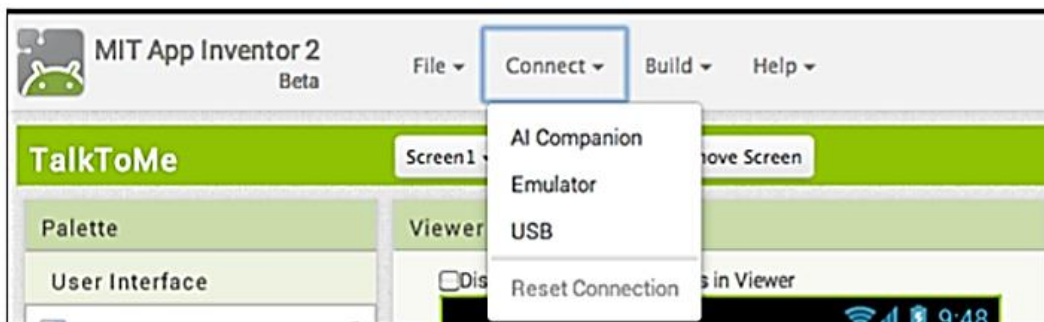


Ilustración 38 Paso para conectar simulador

- El simulador tarda unos segundos y al final mostrará la aplicación que está abierta con App Inventor.

Anexo 3: Cálculos

A continuación se muestran los cálculos realizados de la instalación eléctrica que justifican los apartados anteriormente descritos.

LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

POTENCIA TOTAL:

$$PT = \sum Pi \quad (Eq. 1)$$

$$PT = P.bomba + P.servomotor \times 1,25 + P.servomotor + P.otros usos$$

$$PT = 2208 \times 1,25 + 1000 + 1000 + 4000 = 8760 W$$

Se aplica el factor de sobredimensionado según apartado 3 de la ITC 47 del REBT.

INTENSIDAD:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)} \quad (Eq. 2)$$

Donde:

I, es la intensidad

P, es la potencia

V, es la tensión de alimentación

Cos (φ), es el factor de potencia

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)} = \frac{8760}{230 \times 0,8} = 47,6 A$$

SECCIÓN:

- SECCIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN:

$$S = \frac{2 \times \rho(20^\circ) \times L \times I \times \cos(\varphi)}{\Delta V \times V} \quad (Eq. 3)$$

Donde:

I, es la intensidad

ρ, es la resistividad del conductor

V, es la tensión de alimentación

ΔV , es la máxima caída de tensión permitida

$\cos(\varphi)$, es el factor de potencia

L, es la longitud

$$S = \frac{2 \times 0,018 \times 60 \times 47,6 \times 0,8}{0,05 \times 230} = 7,15 \text{ mm}^2$$

Sección normalizada: 10 mm²

- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA

$I_{\max} = 47,6 \text{ A}$

Tipo de instalación: Conductores de cobre unipolares con aislamiento de XLPE, instalados en tubo y enterrado.

Según tabla 5, ITC-07 REBT, la sección correspondiente a la intensidad máxima será:

$$S_{I_{\max}} = 6 \text{ mm}^2 (72 \text{ A})$$

CONCLUSIÓN:

$$S = 2 \times 10 \text{ mm}^2 + 1(T) \times 10 \text{ mm}^2 (96 \text{ A})$$

1 Tubo de 63 mm de diámetro (Según Tabla 9-ITC 21-REBT)

CAIDA DE TENSIÓN:

Resistencia del conductor:

$$R = \rho \times \frac{2 \times L}{S} \quad (Eq.6)$$

Donde:

ρ , es la resistividad del conductor

R, es la resistencia del conductor

L, es la longitud

S, es la sección del conductor

$$R = 0,018 \times \frac{2 \times 60}{10} = 0,216 \, \Omega$$

Intensidad máxima:

$$I_{\max} = 47,6 \, \text{A}$$

Caída de tensión (ΔU):

$$\Delta U = R \times I_{\max} \quad (\text{Eq. 7})$$

Donde:

ΔU , es la caída de tensión

R , es la resistencia del conductor

$I_{\max}$, es la intensidad máxima

$$\Delta U = 0,216 \times 47,6 = 10,28 \, \text{V}$$

$$\Delta U (\%) = \frac{\Delta U}{U} \times 100 \quad (\text{Eq. 8})$$

Donde:

ΔU , es la caída de tensión

U , es la tensión de alimentación

$$\Delta U_{\text{total}} = \Delta U_{\text{parcial}} (\%) = \frac{10,28}{230} \times 100 = 4,47 \% \quad (\Delta U < 5\%)$$

PROTECCIONES:

- Interruptor magnetotérmico:

$$\text{Calibre } (I_N): I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Intensidad máxima del circuito: $I_B = 47,6 \, \text{A}$

Calibre: $I_N = 63 \, \text{A}$

Intensidad máxima admisible del conductor: $I_Z = 96 \, \text{A}$

Poder de corte: 6 KA

Tensión nominal: 230 V

Número de polos: 2P (1P+N)

Curva de disparo: D

- Interruptor diferencial:

Clase: AC

Calibre (I_N): $I_B \leq I_N$

Intensidad máxima del circuito: $I_B = 47,6 \text{ A}$

Calibre: $I_N = 63 \text{ A}$

Poder de corte: 6 KA

Tensión nominal: 230 V

Nº de polos = 2P (1P+N)

Sensibilidad: 300 mA

- Sobretensiones: Clase 2

LÍNEA SERVOMOTOR A

POTENCIA TOTAL:

$$PT = \sum Pi$$

$$PT = P.\text{servomotor} \times 1,25$$

$$PT = 1000 \times 1,25 = 1250 \text{ W}$$

- Se aplica el factor de sobredimensionado según apartado 3 de la ITC 47 del REBT.

INTENSIDAD:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)} = \frac{1250}{230 \times 0,8} = 6,79 \text{ A}$$

SECCIÓN:

- SECCIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN:

$$S = \frac{2 \times 0,018 \times 15 \times 6,79 \times 0,8}{0,05 \times 230} = 0,26 \text{ mm}^2$$

Sección normalizada: 1,5 mm²

- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA

I_{max} = 6,79 A

Tipo de instalación: Conductores de cobre unipolares con aislamiento de XLPE, instalados en tubo y enterrado.

Según tabla 5, ITC-07 REBT, la sección correspondiente a la intensidad máxima será:

$$S_{I_{max}} = 6 \text{ mm}^2 (72 \text{ A})$$

CONCLUSIÓN:

$$S = 2 \times 6 \text{ mm}^2 + 1(T) \times 6 \text{ mm}^2$$

1 Tubo de 50 mm de diámetro (Según Tabla 9-ITC 21-REBT)

CAIDA DE TENSIÓN:

Resistencia del conductor:

$$R = 0,018 \times \frac{2 \times 15}{6} = 0,09 \Omega$$

Intensidad máxima:

$$I_{max} = 6,79 \text{ A}$$

Caida de tensión (ΔU):

$$\Delta U = 0,09 \times 6,79 = 0,61 \text{ V}$$

$$\Delta U_{parcial} (\%) = \frac{0,61}{230} \times 100 = 0,27 \% \quad (\Delta U < 5\%)$$

$$\Delta U_{total} (\%) = \Delta U_{general} + \Delta U_{parcial} = 4,47 + 0,27 = 4,74\% (\Delta U < 6,5\%)$$

PROTECCIONES:

- Interruptor magnetotérmico:

Calibre (I_N): $I_B \leq I_N \leq I_Z$

Intensidad máxima del circuito: $I_B = 6,79 \text{ A}$

Calibre: $I_N = 10 \text{ A}$

Intensidad máxima admisible del conductor: $I_Z = 72 \text{ A}$

Poder de corte: 6 KA

Tensión nominal: 230 V

Número de polos: 2P (1P+N)

Curva de disparo: D

- Guardamotor:

➤ Intensidad → 6A – 10 A

LÍNEA SERVOMOTOR B

POTENCIA TOTAL:

$$PT = \sum P_i$$

$$PT = P_{servomotor} \times 1,25$$

$$PT = 1000 \times 1,25 = 1250 \text{ W}$$

- Se aplica el factor de sobredimensionado según apartado 3 de la ITC 47 del REBT.

INTENSIDAD:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)} = \frac{1250}{230 \times 0,8} = 6,79 \text{ A}$$

SECCIÓN:

- SECCIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN:

$$S = \frac{2 \times 0,018 \times 15 \times 6,79 \times 0,8}{0,05 \times 230} = 0,26 \text{ mm}^2$$

Sección normalizada: 1,5 mm²

- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA

I_{max} = 6,79 A

Tipo de instalación: Conductores de cobre unipolares con aislamiento de XLPE, instalados en tubo y enterrado.

Según tabla 5, ITC-07 REBT, la sección correspondiente a la intensidad máxima será:

$$S_{I_{max}} = 6 \text{ mm}^2 (72 \text{ A})$$

CONCLUSIÓN:

$$S = 2 \times 6 \text{ mm}^2 + 1(T) \times 6 \text{ mm}^2$$

1 Tubo de 50 mm de diámetro (Según Tabla 9-ITC 21-REBT)

CAIDA DE TENSIÓN:

Resistencia del conductor:

$$R = 0,018 \times \frac{2 \times 15}{6} = 0,09 \Omega$$

Intensidad máxima:

$$I_{max} = 6,79 \text{ A}$$

Caida de tensión (ΔU):

$$\Delta U = 0,09 \times 6,79 = 0,61 \text{ V}$$

$$\Delta U_{parcial} (\%) = \frac{0,61}{230} \times 100 = 0,27 \% \quad (\Delta U < 5\%)$$

$$\Delta U_{\text{total}} (\%) = \Delta U_{\text{general}} + \Delta U_{\text{parcial}} = 4,47 + 0,27 = 4,74\% (\Delta U < 6,5\%)$$

PROTECCIONES:

- Interruptor magnetotérmico:

$$\text{Calibre } (I_N): I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$\text{Intensidad máxima del circuito: } I_B = 6,79 \text{ A}$$

$$\text{Calibre: } I_N = 10 \text{ A}$$

$$\text{Intensidad máxima admisible del conductor: } I_Z = 72 \text{ A}$$

Poder de corte: 6 KA

Tensión nominal: 230 V

Número de polos: 2P (1P+N)

Curva de disparo: D

- Guardamotor:
 - Intensidad → 6A – 10 A

LÍNEA BOMBA DE RIEGO

POTENCIA TOTAL:

$$PT = \sum P_i$$

$$PT = P_{\text{bomba}} \times 1,25$$

$$PT = 2208 \times 1,25 = 2760 \text{ W}$$

- Aplico el factor de sobredimensionado según apartado 3 de la ITC 47 del REBT.

INTENSIDAD:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)} = \frac{2760}{230 \times 0,8} = 15 \text{ A}$$

SECCIÓN:

- SECCIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN:

$$S = \frac{2 \times 0,018 \times 20 \times 15 \times 0,8}{0,05 \times 230} = 0,751 \text{ mm}^2$$

Sección normalizada: 1,5 mm²

- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA

I_{max} = 15 A

Tipo de instalación: Conductores de cobre unipolares con aislamiento de XLPE, instalados en tubo y enterrado.

Según tabla 5, ITC-07 REBT, la sección correspondiente a la intensidad máxima será:

$$S_{I_{max}} = 6 \text{ mm}^2 (72 \text{ A})$$

CONCLUSIÓN:

$$S = 1 \times 6 \text{ mm}^2 + 1(N) \times 6 \text{ mm}^2 + 1(T) \times 6 \text{ mm}^2$$

1 Tubo de 50 mm de diámetro (Según Tabla 9-ITC 21-REBT)

CAIDA DE TENSIÓN:

Resistencia del conductor:

$$R = 0,018 \times \frac{2 \times 20}{6} = 0,12 \Omega$$

Intensidad máxima:

$$I_{max} = 15 \text{ A}$$

Caida de tensión (ΔU):

$$\Delta U = 0,12 \times 15 = 1,8 \text{ V}$$

$$\Delta U_{\text{parcial}} (\%) = \frac{1,8}{230} \times 100 = 0,78 \% \quad (\Delta U < 5\%)$$

$$\Delta U_{\text{total}} (\%) = \Delta U_{\text{general}} + \Delta U_{\text{parcial}} = 4,47 + 0,78 = 5,25\% \quad (\Delta U < 6,5\%)$$

PROTECCIONES:

- Interruptor magnetotérmico:

$$\text{Calibre } (I_N): I_B \leq I_N \leq I_Z$$

Intensidad máxima del circuito: $I_B = 15 \text{ A}$

Calibre: $I_N = 16 \text{ A}$

Intensidad máxima admisible del conductor: $I_Z = 72 \text{ A}$

Poder de corte: 6 KA

Tensión nominal: 230 V

Número de polos: 2P (1P+N)

Curva de disparo: D

- Guardamotor:
- Intensidad → 9A – 16A

LÍNEA DE USOS GENERALES

POTENCIA TOTAL:

$$PT = \sum P_i$$

$$PT = P_{\text{usos generales}}$$

$$PT = 4000 \text{ W}$$

INTENSIDAD:

$$I = \frac{P}{V \times \cos(\varphi)} = \frac{4000}{230 \times 0,8} = 21,74 \text{ A}$$

SECCIÓN:

- SECCIÓN POR CAIDA DE TENSIÓN:

$$S = \frac{2 \times 0,023 \times 1 \times 17,39 \times 0,8}{0,05 \times 230} = 0,041 \text{ mm}^2$$

Sección normalizada: 1,5 mm²

- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA

I_{max} = 21,74 A

Tipo de instalación: Conductores de cobre unipolares con aislamiento de XLPE, instalados en tubo, al aire.

$$S_{I_{max}} = 2,5 \text{ mm}^2 (29 \text{ A})$$

CONCLUSIÓN:

$$S = 2 \times 2,5 \text{ mm}^2 + 1(T) \times 2,5 \text{ mm}^2$$

1 Tubo de 12 mm de diámetro (Según Tabla 2-ITC 21-REBT)

CAIDA DE TENSIÓN:

Resistencia del conductor:

$$R = 0,023 \times \frac{2 \times 1}{2,5} = 0,0184 \Omega$$

Intensidad máxima:

$$I_{max} = 17,39 \text{ A}$$

Caida de tensión (ΔU):

$$\Delta U = 0,0184 \times 21,74 = 0,4 \text{ V}$$

$$\Delta U_{parcial} (\%) = \frac{0,4}{230} \times 100 = 0,174 \% \quad (\Delta U < 5\%)$$

$$\Delta U_{total} (\%) = \Delta U_{general} + \Delta U_{parcial} = 4,47 + 0,174 = 4,64\% (\Delta U < 6,5\%)$$

PROTECCIONES:

- Interruptor magnetotérmico:

Calibre (I_N): $I_B \leq I_N \leq I_Z$

Intensidad máxima del circuito: $I_B = 21,74$ A

Calibre: $I_N = 20$ A

Intensidad máxima admisible del conductor: $I_Z = 29$ A

Poder de corte: 6 KA

Tensión nominal: 230 V

Número de polos: 2P (1P+N)

Curva de disparo: C

Resumen de cálculos

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo.
DERIVACION IND.	8760	60	2x10+TTx10Cu	47.61	96	4.47	4,47	63
SERVOMOTOR A	1250	15	2x6+TTx6Cu	6.79	72	0.27	4.74	50
SERVOMOTOR B	1250	15	2x6+TTx6Cu	6.79	72	0.27	4.74	50
BOMBA	2760	20	2x6+TTx6Cu	15	72	0.78	5.25	50
USOS GENERALES	4000	1	2x2.5+TTx2.5Cu	21,74	29	0.139	4.61	20

Resúmen variables:

P= Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

ΔU = Caída de tensión en Voltios.

ρ = Resistividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios.

S = Sección del conductor en mm².

$\cos \phi$ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

Anexo 4: Materiales utilizados. Características.

Sensores

- SENSOR DE HUMEDAD: (HIGRÓMETRO DE SUELO FC-28) (Ver ilustración 39)

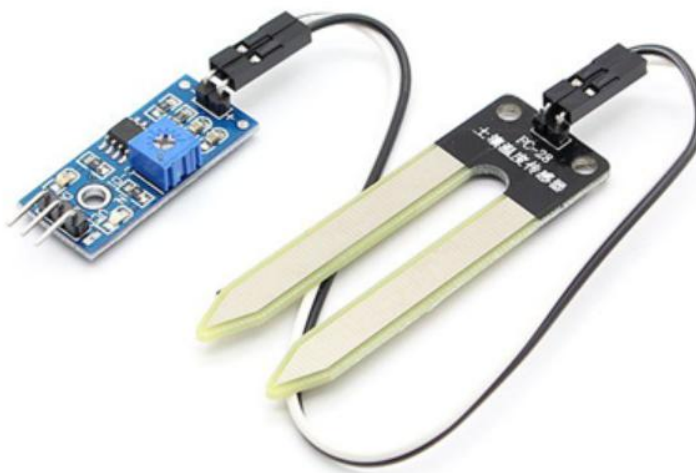


Ilustración 39 Sensor de Humedad

- El FC-28 mide la humedad del terreno según la variación de su conductividad.
- Consiste en una placa con dos electrodos (positivo y negativo) con la cual se obtiene la medición de forma analógica. Los valores medidos están en el rango de 0 (sensor sumergido en agua o 100% de humedad) a 1023 (sensor al aire o 0% de humedad). Para obtener los valores de humedad en %, he calculado mediante una interpolación lineal los siguientes valores:

VALOR DEL SENSOR	VALOR DE HUMEDAD EN %
1023	0
920,7	10
818,4	20
716,1	30
613,8	40
511,5	50
409,2	60
306,9	70
204,6	80
102,3	90
0	100

Tabla 1: Valores de humedad en %

Una vez obtenidos los valores del sensor hay que invertirlos en el código de arduino para que el valor del sensor 0, sea equivalente al 0% de humedad y el valor 1023 del sensor sea equivalente al 100% de humedad. La función necesaria para esto es la siguiente:

$$H_olivoPC=map(H_olivo,0,1023,100,0);$$

- Puede actuar como salida digital, ya que dispone de reóstato que se puede calibrar en función del nivel de humedad necesario para que actúe como salida. Cuando supera un cierto valor de humedad, se activa la salida.
- Se trata de un sensor muy económico ya que su precio está alrededor de noventa céntimos (0,90€).
- El esquema de montaje consiste en alimentar el módulo con polo positivo (5V) y tierra (GND) a los pines correspondientes de arduino de la siguiente manera:
 - Si se utiliza la lectura analógica, se conecta la patilla A0 del sensor a una entrada analógica del arduino, como se muestra en la ilustración 40.

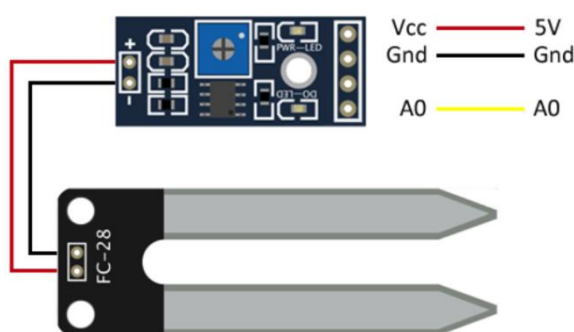


Ilustración 40 Conexión de lectura analógica del sensor

- Si se utiliza la salida digital, que se ajusta con el potenciómetro de la placa, se conecta la patilla D0 del sensor a una entrada digital de Arduino, como se muestra en la ilustración 41 (Llamas, 2016).

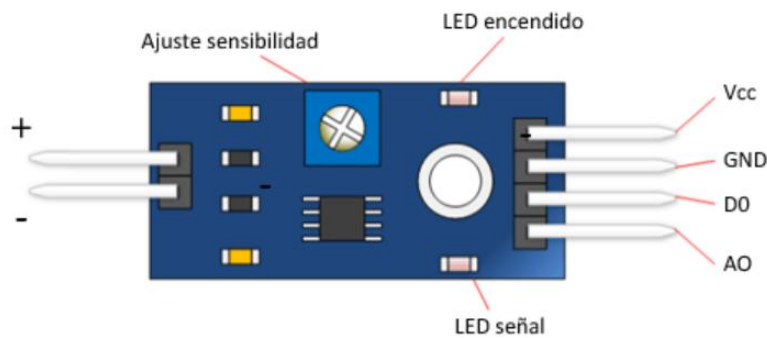


Ilustración 41 Conexión salida digital D0 del sensor FC-28

El código de programación para este sensor es el siguiente:

```
int So=A0;           // ASIGNAR EL PIN A0 A LA VARIABLE So
Void Setup(){
  pinMode(So,INPUT); // ASIGNAR EL PIN A0 COMO ENTRADA
}
Void loop(){
  analogRead(So);    // LECTURA DE DATOS DEL SENSOR
}
```

- SENSOR DE TEMPERATURA (DS18B20)
 - Características técnicas:
 - Se alimenta con 5V y tierra (dos conductores).
 - Dispone de un conductor (DQ) para transferir datos por el bus i²c.



Ilustración 42 Conductores sensor DS18B20

- Es necesario conectar una resistencia entre el positivo (5V) del Arduino y el conductor DQ. Esta resistencia dependerá de la longitud del conductor.

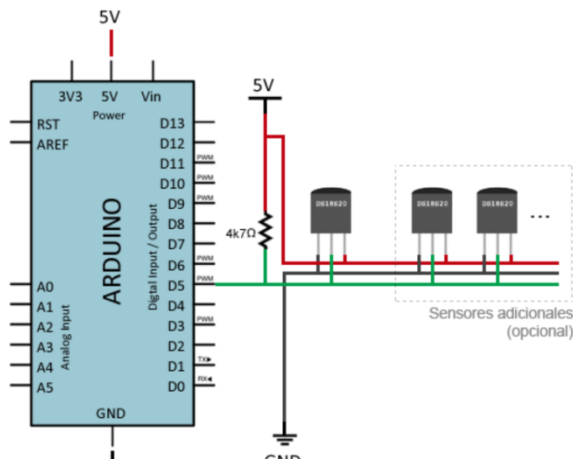


Ilustración 43 Conexión del sensor DS18B20 con Arduino

RESISTENCIA PULL-UP	DISTANCIA DEL CABLE (METROS)
4,7 kΩ	De 0 m a 5 m
3,3 kΩ	De 5 m a 10 m
2,2 kΩ	De 10 m a 20 m
1,2 kΩ	De 20 m a 50 m

Ilustración 44 Valor de resistencia en función de la longitud del conductor DQ

- Puede medir entre -55°C y 125°C. Hay que tener en cuenta el error que existe en las mediciones. Para temperaturas entre -10°C y 85°C podemos tener ±0,5°C y para el resto de temperaturas entre -55°C y 125°C el error puede ser de ±2°C.
- Puede trabajar con diferentes resoluciones. En función de la precisión que se necesita, se empleará una resolución u otra.

RESOLUCIÓN	TEMPERATURA
9-bit	0,5°C
10-bit	0,25°C
11-bit	0,125°C
12-bit	0,0625°C

Ilustración 45 Resolución sensor de temperatura DS18B20

- Contiene una memoria de 64 bit donde almacena el identificador de cada sensor. Este identificador es necesario cuando se conectan varios sensores al bus i²c para saber cual es la lectura de cada uno.
- Además tiene otro tipo de memoria interna donde almacena información para la detección de errores de datos con el *Sistema de verificación de Redundancia Cíclica* (CRC). En esta memoria también se almacena la lectura de temperatura.
- Este sensor es muy económico ya que tiene un precio entre 1€ y 3 €.
- Resumen características:

CARACTERÍSTICA	VALOR
Voltaje de alimentación	3V a 5,5V
VDD	voltaje de alimentación
GND	Tierra
DQ	Datos
Rango de temperaturas	-55°C a 125°C
Error (-10°C a 85°C)	±0,5°C
Error (-55°C a 125°C)	±2°C
Resolución programable	9-bit, 10-bit, 11-bit o 12-bit (default)

Ilustración 46 Resumen de características técnicas sensor DS18B20

El código de programación para este sensor es el siguiente:

```
#include<DallasTemperature>           // INCLUIR  LIBRERÍA  SENSOR
TEMPERATURA
#include<OneWire.h>    // INCLUIR LIBRERÍA WIRE PARA BUS I2C

Const byte pinDatosDQ=3; //ASIGNAR EL PIN 3 AL CABLE DE TRANSMISION
DE DATOS DEL BUS I2C.

OneWire oneWireObjeto(pinDatosDQ); //ASIGNAR EL PIN 3 AL OBJETO DEL
BUS I2C

DallasTemperature sensorDS18B20(&oneWireObjeto); // ASIGNAR EL PIN 3 AL
OBJETO SENSOR TEMPERATURA

Int T_agua; //INICIAR VARIABLE
```

```

Void setup(){
    sensorDS18B20.begin();    // INICIAR EL OBJETO SENSOR DE
    TEMPERATURA
}

Void loop(){
    sensorDS18B20.requestTemperatures(); // MANDAR COMANDOS A
    SENSOR DE TEMPERATURA

    T_agua=sensorDS18B20.getTempCByIndex(0); // ASIGNAR A LA
    VARIABLE T_agua EL VALOR DEL SENSOR 0
}

```

- SENSOR ULTRASONIDOS

- Se emplea para medir distancias utilizando las propiedades de propagación del sonido (ultrasonidos). Estas ondas se encuentran por encima del espectro audible por lo seres humanos (*Ver ilustración 47*).

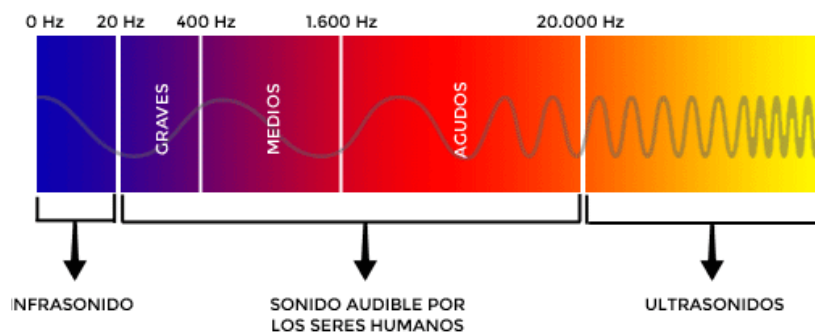


Ilustración 47 Espectro de sonidos

- El funcionamiento consiste en enviar una onda de ultrasonido por el *trigger* (disparador) del sensor, esta rebota contra la superficie/objeto y el *echo* (receptor) del sensor detecta la onda. Según el tiempo de transmisión de la onda, se puede saber a la distancia que ha rebotado (Hernández, 2018).



Ilustración 48 Sensor ultrasonidos

- La distancia se calcula con la ecuación $v = \frac{s}{t}$ donde:
- v , es la velocidad del sonido (343m/s a 20°C, aumentando o disminuyendo 0,6 m/s por grado).
 - s , es la distancia a la cual revota la onda de ultrasonido.
 - t , es el tiempo que tarda en recibirse la onda desde que se emite (Hernández, 2018).

El código de programación para este sensor es el siguiente:

```
const int TRIGGER=12; //ASIGNAR PIN 12 AL SENSOR ULTRASONIDOS
// (DISPARO DE ULTRASONIDO)

const int ECHO=11; // ASIGNAR PIN 12 AL SENSOR ULTRASONIDOS
// (RECEPCIÓN DE ULTRASONIDO)

unsigned int tiempo; // PARÁMETRO DEL SENSOR

unsigned int distancia; // PARÁMETRO DEL SENSOR

void setup(){
  pinMode(TRIGGER,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 12 COMO SALIDA
  pinMode(ECHO,INPUT); // ASIGNAR EL PIN 11 COMO ENTRADA
}

Void loop(){
  digitalWrite(TRIGGER,LOW); // DESACTIVAR EL EMISOR
  ULTRASONIDOS
  delayMicroseconds(2); // ESPERAR 2 MICROSEGUNDOS
```

```

digitalWrite(TRIGGER,HIGH); // ACTIVAR EL EMISOR ULTRASONIDOS
delayMicroseconds(10); // ESPERAR 10 MICROSEGUNDOS
digitalWrite(TRIGGER,LOW);      // DESACTIVAR EL EMISOR
ULTRASONIDOS

tiempo=pulseIn(ECHO,HIGH); // ASIGNAR VALOR A LA VARIABLE
TIEMPO

distancia=tiempo/58; //ASIGNAR VALOR A LA VARIABLE DISTANCIA
}
    
```

Actuadores

- BOMBA DE RIEGO
 - Modelo: Bomba Centrífuga Biturbina Riego 2Xc-25/160.
 - Potencia: 3Hp (2208W).
 - Conexión monofásica.
 - Tensión de alimentación: 230 V.
 - Cuerpo y soporte en fundición gris.
 - Turbina en latón.
 - Eje en acero inoxidable.
- (Agroterra, 2018)



Ilustración 49 Bomba de riego

- ELECTROVÁLVULA
 - Modelo: Electroválvula de riego Cepex 9V LATCH
 - Rosca BSB.
 - Fabricada en plástico con nylon reforzado.

- Muelle y tornillos de hacer inoxidable.
 - Presión de trabajo de 0,7-10 bar.
 - Selenoide 2 vías 2 hilos Latch 6-20V DC.
- (poolaria, 2018)



Ilustración 50 Electroválvula

- SERVOMOTOR



Ilustración 51 Servomotor

- Marca: Baigela
- Tipo: Motor servo
- Potencia: 1kW
- Fase: Monofásico
- Tensión de trabajo: 230/240 V AC
- Frecuencia: 50-60 Hz
- Carcasa del motor: Hierro/aluminio

El código de programación del servomotor de arduino es el siguiente:

```
#include<Servo.h> // LIBRERÍA PARA SERVOMOTOR

Servo Servo_A; // Creamos el objeto Servo_A

void setup(){
  Servo_A.attach(4); //ASIGNAR EL PIN 4 AL SERVOMOTOR A
  Servo_A.write(0); // INICIALIZAR EL SERVO A
}

void loop(){
  Servo_A.write(90); // GIRAR EL SERVO_A 90 GRADOS
}
```

- CONTACTOR

- Modelo: A9C20736
 - Número de polos: 2P
 - Tipo de red: AC
 - Tensión del circuito de control: 230/240 V AC 50 Hz
 - Intensidad asignada de empleo: 8,5 A-25 A
 - Frecuencia asignada de empleo: 50/60 Hz
 - Tensión asignada de empleo: 250 V AC 50 Hz
 - Potencia máxima: 3 kW 250 V AC
 - Tensión asignada de aislamiento: 500 V AC 50/60 Hz
 - Soporte de montaje: Perfil DIN simétrico de 35 mm
 - Alto: 81 mm
 - Ancho: 18 mm
 - Profundidad: 60 mm
- (todoelectrico, 2018)



Ilustración 52 Contactor Siemens

- RELÉ ARDUINO

- El relé se alimenta con dos conductores, positivo/Vcc (5V) y negativo/GND (tierra).
 - Consta de una entrada por la cual se transmite la señal (IN).
 - Por otro lado dispone de tres conexiones (común, contacto normalmente abierto y contacto normalmente cerrado).
 - El relé cambiará su estado según introduzcamos en el código de arduino LOW o HIGH.
 - Tensión máxima de carga: 250 V AC
 - Intensidad máxima de carga: 10 A
- (Hernández, 2018)



Ilustración 53 Relé Arduino 5V

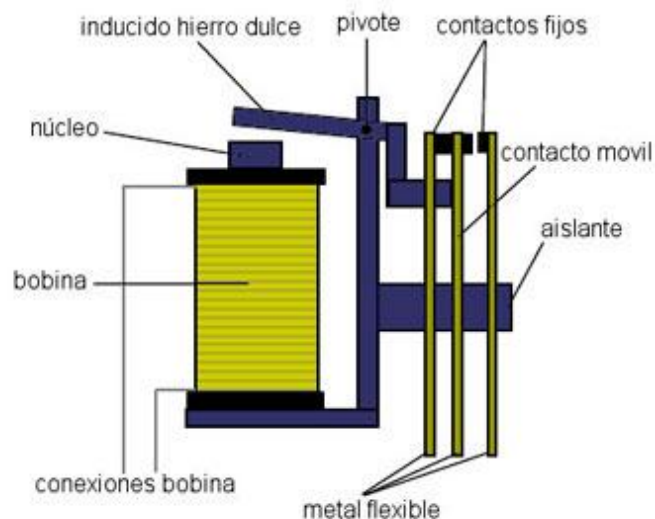


Ilustración 54 Partes de un relé

El código de programación de este elemento es el siguiente:

```
Int RELAY1=6;; // ASIGNARA LA VARIABLE RELAY1 EL PIN 6

void setup(){

    pinMode(RELAY1,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 6 COMO SALIDA

}

void loop(){

    digitalWrite(RELAY1,HIGH); // ACTIVAR RELÉ

    digitalWrite(RELAY1,LOW); // DESACTIVAR RELÉ

}
```

Otros elementos electrónicos

- MÓDULO BLUETOOTH HC-06
 - Modo esclavo. Este componente solo puede trabajar como esclavo
 - Antena de PCB incorporada
 - Se puede configurar con comandos AT
 - Potencia de emisión: ≤ 6 dBm, Clase 2
 - Chip de radio: CSR BC417143
 - Alcance 5 m a 10 m
 - Frecuencia: 2,4 GHz, banda ISM
 - Sensibilidad: ≤ -80 dBm a 0,1% VER
 - Velocidad: Asíncrona: 2 Mbps (max.)/160 kbps, síncrona: 1Mbps/1Mbps
 - Modulación: GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying)
 - Seguridad: Autenticación y encriptación (Password por defecto: 1234)
 - Perfiles: Puerto serial Bluetooth
 - Módulo montado en tarjeta con regulador de voltaje y 4 pines
suministrando acceso a VCC, GND, TXD (conectar al RX de arduino), RXD
(conectar al TX de arduino)

- Consumo de corriente: 30 mA a 40 mA
- Tensión de operación: 3.6 V a 6 V
- Dimensiones totales: 1,7 cm x 4 cm aproximadamente
- Temperatura de operación: -25 °C a +75 °C

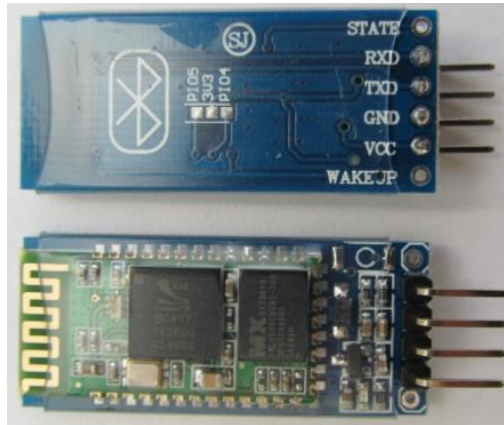


Ilustración 55 Módulo Bluetooth HC-06

El código de programación de este elemento es el siguiente:

```
char val; // VARIABLE PARA ALMACENAR DATOS DE APP
```

```
char buffer[1000]; // VECTOR PAR GUARDAR DATOS
```

```
sprintf(buffer, %d, T_agua); // ENVIAR DATOS DE SENSOR POR EL  
PUERTO SERIE
```

```
Serial.println(buffer); // IMPRIMIR EN EL PUERTO SERIE PARA VER EN  
APP
```

```
if (Serial.available()){  
    val=Serial.read(); //LEER DATOS DEL PUERTO SERIE  
}
```

Elementos de protección

- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO GENERAL

- Marca: MAXGE
- Tipo industrial
- Protección contra sobretensión y cortocircuitos.
- 2 polos, 230V-400V
- Intensidad nominal: 63A
- Curva D
- Poder de corte: 6000 A
- Permite el empleo de peines de conexión tipo pin y horquilla (todoelectrico, 2018)



Ilustración 56 Interruptor magnetotérmico general 63A

- INTERRUPTOR DIFERENCIAL

- Marca: MAXGE
- Clase: AC
- Intensidad: 63 A
- Número de polos: 2
- Sensibilidad: 300 mA UNE-EN 61008-1
- Dimensiones: 72 mm
- Permite el empleo de peines de conexión tipo pin y horquilla (todoelectrico, 2018)



Ilustración 57 Interruptor diferencial 63A 300mA

- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

- Clase 2
 - Corriente de descarga nominal: 3 kA
 - Corriente máxima de descarga: 15 kA
 - Corriente nominal: 63 A
 - Máxima sobretensión: 400 V
 - Nivel de protección: $\leq 1,5$ kW
 - Tensión de actuación: 255-265 V
 - Tensión nominal: 230 V
- (todoelectrico, 2018)



Ilustración 58 Protección contra sobretensiones

- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO SERVOMOTOR

- Marca: MAXGE
 - Tipo industrial
 - Protección contra sobretensión y cortocircuito.
 - 2 polos, 230V-400V
 - Intensidad nominal: 10A
 - Curva D
 - Poder de corte: 6000 A
 - Permite el empleo de peines de conexión tipo pin y horquilla
- (todoelectrico, 2018)



Ilustración 59 Interruptor magnetotérmico 10A

- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO BOMBA

- Marca: MAXGE
- Tipo industrial
- Protección contra sobretensión y cortocircuito.
- 2 polos, 230V-400V
- Intensidad nominal: 16A
- Curva D
- Poder de corte: 6000 A
- Permite el empleo de peines de conexión tipo pin y horquilla (todoelectrico, 2018)



Ilustración 60 Interruptor magnetotérmico 16A

- INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO LINEA DE OTROS USOS

- Marca: MAXGE
- Tipo industrial
- Protección contra sobretensión y cortocircuito.
- 2 polos, 230V-400V
- Intensidad nominal: 20A
- Curva C
- Poder de corte: 6000 A
- Permite el empleo de peines de conexión tipo pin y horquilla (todoelectrico, 2018)



Ilustración 61 Interruptor magnetotérmico 20 A

- GUARDAMOTOR 6A-10A
 - Marca: MAXGE
 - Número de polos: 3
 - Intensidad: 6A-10A
 - Tensión máxima: 400V
 - Frecuencia: 50-60 Hz
- (todoelectrico, 2018)



Ilustración 62 Guardamotor 6A-10A

- GUARDAMOTOR 9A-16A
 - Marca: MAXGE
 - Número de polos: 3
 - Intensidad: 9A-16A
 - Tensión máxima: 400V
 - Frecuencia: 50-60 Hz



Ilustración 63 Guardamotor 9A-16A

Anexo 5: Estudio básico de seguridad y salud

Objeto

El Objeto de este documento es dar cumplimiento a lo establecido por el Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Por las características de la obra procede el presente Estudio básico de seguridad para la ejecución de obras BT, a tenor de lo indicado en el RD 1.627/1.997 dado que la ejecución de los trabajos no se encuentra en ninguno de los cuatro supuestos que prevé el artículo 4.1 del citado Real Decreto.

Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, corresponde exclusivamente a la obra descrita en el presente proyecto.

Normas de seguridad y salud aplicadas a la obra

Plan de seguridad y salud en el trabajo

- El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio básico en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente estudio básico.
- El plan de seguridad y salud en el trabajo es la consecuencia de la evaluación de riesgos y la posterior planificación de la actividad preventiva en relación con los puestos de trabajo en obra. El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, por el Director facultativo de la misma, que actuará como coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra en caso de que esa figura sea necesaria.
- El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos

y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Director facultativo de la misma. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

Obligaciones de los contratistas y subcontratistas

- Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:
 - a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de obra contemplados en el Artículo 10 del Real Decreto 1.627/1.997.
 - b) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
 - c) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV por el Real Decreto 1.627/1.997 durante la ejecución de la obra.
 - d) Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en obra.
 - e) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa.

- Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Las posibles responsabilidades de la Empresa Eléctrica, no eximirán de sus responsabilidades a la Dirección facultativa de la obra, a los contratistas y a los subcontratistas.

Obligaciones de los trabajadores autónomos

- Los trabajadores autónomos estarán obligados a:
 - a) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
 - b) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas por el Real Decreto 1.627/1.997 más las establecidas en el presente estudio básico de seguridad.
 - c) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 - d) Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
 - e) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1.215/1.997, de 8 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de

seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

f) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su defecto, de la dirección facultativa.

- Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Obligaciones del director facultativo de la obra (que además actuará como coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, en caso de que esta figura sea necesaria)

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

a) Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.

- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Libro de incidencias

- Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud existirá en la oficina de obra un libro de incidencias que constará con hojas por duplicado, habilitado al efecto. Este libro será facilitado por el Colegio Profesional del colegiado que firma este estudio básico de seguridad y salud.
- El libro de incidencias estará siempre en obra en poder de la Dirección facultativa de la obra, o en su caso, del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o en su defecto la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso:
 - El Técnico de Eléctrica responsable de la obra.
 - Los contratistas.
 - Los subcontratistas.
 - Los trabajadores autónomos.
 - Las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.
 - Los representantes de los trabajadores.
 - Los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.

- Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección facultativa, estará obligada a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

Paralización de los trabajos

- Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando la Dirección facultativa de la obra, o en su caso, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.
- En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

Otras normativas de seguridad y salud aplicables a la obra

- Normas específicas de la construcción:
 - ORDEN de 28 de agosto de 1970, por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de construcción, vidrio y cerámica (BOE 17/10/70)
 - ORDEN de 9 de marzo de 1971, por el que se aprueba la Ordenanza general de seguridad e higiene en el Trabajo (TÍTULO II)
 - Prescripciones de seguridad e higiene en el trabajo, recogidas dentro de

las Normas Tecnológicas de la Edificación NTE como consecuencia del Artículo 1 de la LPRL.

- Normas Generales:
 - Estatuto de los Trabajadores (RDL 1/1.995)
 - Ley General de la Seguridad Social (RDL 1/1994)
 - Ley 31/1.995, de Prevención de Riesgos Laborales
 - RD 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
 - RD 1407/1.992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
 - RD 485/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
 - RD 486/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - RD 487/1.997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
 - RD 664/1.997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
 - RD 1215/1.997, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
 - Normas y Reglamentos de las empresas de distribución de energía eléctrica
 - Reglamento Electrotécnico de baja tensión.

- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión REAL DECRETO 223/2008 de 15 de Febrero.
- Reglamento de condiciones técnicas y garantías de seguridad en CENTRALES ELÉCTRICAS, SUBESTACIONES y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.
- Normas del Grupo ENDESA y, en su defecto, Normas de Sevillana I que no hayan sido derogadas por las del Grupo ENDESA.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones eléctricas, de AMYS-UNESA.
- Prescripciones de Seguridad para Trabajos mecánicos y diversos, de AMYS-UNESA.
- Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la industria eléctrica AMYS-UNESA.

- Principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- a) El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b) La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- c) La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.

f) La recogida de los materiales peligrosos utilizados.

g) El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.

h) Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

- Medicina preventiva y primeros auxilios.
- Las contratistas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.
- El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, Ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Riesgos de la obra

Identificación de riesgos laborales en la obra

El contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen si son necesarios, como mínimo los riesgos que se relacionan a continuación:

1. Caídas de personas al mismo nivel.
2. Caídas de personas a distinto nivel.
3. Caídas de objetos.
4. Desprendimientos, desplomes y derrumbes.
5. Choques y golpes.
6. Atrapamientos.

7. Cortes.
8. Proyecciones (partículas sólidas y líquidas).
9. Contactos térmicos y arco eléctrico.
10. Sobreesfuerzos.
11. Ruido.
12. Vibraciones.
13. Radiaciones no ionizantes.
14. Ventilación.
15. Iluminación.
16. Carga Física.
17. Vehículos, maquinaria automotriz, tráfico.

Propuesta de medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir los riesgos laborales en la obra

A fin de controlar y reducir los riesgos relacionados en el apartado anterior, se establecen de uso obligatorio las siguientes medidas preventivas y protecciones técnicas para la realización de los trabajos:

Protecciones personales

Protecciones de la cabeza

Cascos de seguridad aislante con barboquejo para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas C.E. indicando la función a que van destinados así como el aislamiento eléctrico.

- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.

- Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica / contra arco eléctrico.
- Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.

Protecciones del cuerpo

Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 3 metros.

Ropa de Trabajo adecuada a las tareas a realizar.

Protecciones de las extremidades superiores

- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados y cada guante deberá llevar en sitio visible un símbolo con doble triángulo, identificación del fabricante, categoría, clase, mes y año de fabricación.
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas y en conformidad a la norma UNE-EN 60900 sobre herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

Protecciones de las extremidades inferiores

Botas de seguridad de categoría II homologadas.

Protecciones colectivas

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de BT , medidores de tensión, equipos de puesta a tierra, etc. necesarios para realizar los trabajos en condiciones de máxima seguridad.
- Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de los mismos. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajo.
- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas y señalizadas.

Trabajo en andamios

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm. Y estará construida con tablas de 5 cm de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm de altura y rodapié de 15 cm instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante cinturón de seguridad.
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

Trabajos con escalera de mano

- Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- Queda prohibido el empalme de dos escaleras, salvo que cuenten con los elementos especiales para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, nunca serán metálicas su manejo será vigilado directamente por el jefe del trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 25 kg sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar en 1 metro el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- No se deben usar las escaleras de mano como pasarelas y el ascenso, trabajo y descenso debe hacerse con las manos libres, de frente a la escalera, agarrándose a los peldaños o largueros.
- Cuando no se empleen la escalera, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.

Trabajos en alturas

- Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa, presenten peligro de caída de más de 3 metros, o bien arnés de seguridad para aquellos trabajos que requieran desplazamientos del usuario con posibilidad de caída libre.
- El cinto de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.
- Queda prohibido sujetar el cinto en máquinas o andamios.

- El cinto debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura.
- Se mantendrán siempre en buenas condiciones de limpieza y almacenaje, desechándose en caso de apreciar deformaciones, roturas, pérdida de flexibilidad, etc.

Herramientas eléctricas y lámparas portátiles

- Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.
- La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V. con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.
- Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.
- Toda herramienta utilizada deberá cumplir las prescripciones en materia de seguridad que establece el R.D. 1215/1997 para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Trabajos con cortadora de discos

- Cuando se use estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm de su parte superior.
- Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Equipos de soldadura

- Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

- Con carácter general en todos los trabajos se usarán guantes y gafas protectoras.
- Los motores generadores, los rectificadores o los transformadores de las máquinas, y todas las partes conductoras estarán protegidos para evitar contactos accidentales, con partes en tensión, estando conectados los armazones a tierra.
- Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como de las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos. En caso contrario se utilizarán guantes.

Lámparas eléctricas portátiles

Estas lámparas deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de clase II y la tensión de utilización no será superior a 250 V, siendo como máximo de 245 voltios cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Trabajos con máquina automotriz

El uso de cualquier maquina automotriz como retroexcavadoras, camiones hormigonera o camiones grúa, será llevado a cabo por personal cualificado. Los trabajos se realizarán bajo la supervisión del jefe de trabajos, con especial atención a las distancias de seguridad a zanjas, taludes, líneas, etc., así como a la permanencia de personal en las cercanías de la misma.

Trabajos con martillo neumático

- Se prohibirá a personal no autorizado el uso de este tipo de maquinaria.
- Se utilizarán los EPIs necesarios para la reducción de los riesgos derivados de las vibraciones, proyecciones, polvo, ruido, etc., que su uso provoque.
- No se abandonará nunca el martillo conectado al circuito de presión o con la barrena hincada.

- Los equipos compresores utilizados estarán en posesión de expediente de control de calidad, y con dispositivos de seguridad y válvulas taradas y revisiones de seguridad periódicas realizadas.

Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión

- No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras). Así como, mantas aislantes, banquetas, pértigas, etc.
- Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislarán las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.
- Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas o electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

Trabajos con grúas móviles autopropulsadas

- La utilización de este tipo de maquinaria se llevará a cabo siempre por personal cualificado, que deberá acreditar su formación y conocimientos mediante el correspondiente carné de operador de grúa móvil autopropulsada.
- Se tendrán en cuenta los riesgos derivados tanto del desplazamiento de cargas como estabilidad de la grúa y riesgo eléctrico en trabajos en proximidad de líneas aéreas eléctricas.
- Durante las maniobras se prohíbe permanecer bajo la carga a toda persona. No se realizarán las maniobras si las condiciones del terreno no ofrecen la suficiente estabilidad y no se llevarán a cabo trabajos en proximidad de líneas aéreas sin cumplir las correspondientes distancias de seguridad, entre esta y la pluma, cables, carga o cualquier parte de la grúa.

Trabajos de apertura de zanjas

En los trabajos de apertura de zanjas se tendrá siempre en cuenta las condiciones del terreno, debiendo entibarse la zanja cuando se supere la profundidad de 1,5 m o cuando las características del terreno así lo aconsejen.

Se realizará un estudio de las distintas canalizaciones que puedan discurrir por la zona, señalizándose convenientemente toda la zona de trabajo mediante cinta o bien barandilla de altura mínima de 1 metro, para el caso que se prevea circulación de personas o proximidad de vehículos en las inmediaciones.

Se podrán utilizar medios mecánicos o manuales hasta la protección de los servicios, a partir de dicha protección solo se utilizarán medios manuales para quitar la arena y descubrir los conductores.

Información útil para posibles trabajos posteriores de mantenimiento y de conservación

El Contratista debe contemplar en el Plan de Seguridad y Salud que debe elaborar, o en anexo posterior al mismo que debe hacer llegar a la Compañía Eléctrica, cualquier información que convenga ser tenida en cuenta por personal de Eléctrica S.L. o ajeno, en aras a la Seguridad y Salud laboral en trabajos posteriores de operación, mantenimiento y/o conservación de las instalaciones y/o construcciones ejecutadas en la obra objeto de este Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Conclusión al estudio básico

Considerando suficiente lo expuesto, esperamos que este proyecto merezca la aprobación de la Administración, concediendo la correspondiente autorización administrativa.

Ángel Hernández Román

Fdo.

Anexo 6: Maqueta

Una vez redactado el presente proyecto, he decidido realizar una maqueta con el objetivo de demostrar el funcionamiento de lo explicado en este documento.

La maqueta consta de una caja de plástico transparente con dimensiones 590x295x280 mm. La caja está dividida en dos partes, una parte se trata de una chapa metálica a la cual se le ha dado forma para encajarla en la caja y donde se encontrarán los distintos cultivos así como los sensores de humedad, electroválvulas y los servomotores para las compuertas. En la parte de abajo, se encuentran dos depósitos, uno será para almacenar agua y así crear un sistema cerrado de agua simulando el pase de agua por una acequia y el otro depósito será en el embalse del cual se utilizará agua para regar. En cada recipiente irá una bomba que se encargará de distribuir el agua por la acequia o a los cultivos. Además en la parte de abajo se encuentra la placa de arduino Mega, un placa protoboard, los distintos relés y una fuente de alimentación de 230V AC a 12V CC, todo esto colocado sobre una base rectangular.

Los materiales necesarios para la realización de la maqueta son:

- Cables conductores para la conexión de los distintos elementos con la placa de arduino Mega.
- Sensor ultrasónicos.
- Dos servomotores.
- Cuatro sensores de humedad.
- Cuatro electroválvulas de 12 V CC.
- Chapa metálica de dimensiones 535x365x1 mm unida a la caja de plástico mediante remaches.
- Dos sensores de temperatura.
- Conductos por donde circulará el agua.
- Dos recipientes de plástico para almacenar agua.
- Fuente de alimentación 230V AC/12V CC.
- Bomba de 12 V CC.
- Bomba de 230V AC.

- Placa arduino Mega.
- Placa protoboard.
- Cinco relés de 5V CC.
- Módulo Bluetooth.

A continuación se muestran diferentes imágenes de la maqueta donde se pueden apreciar los detalles descritos anteriormente.



Ilustración 64 Vista de planta de la maqueta

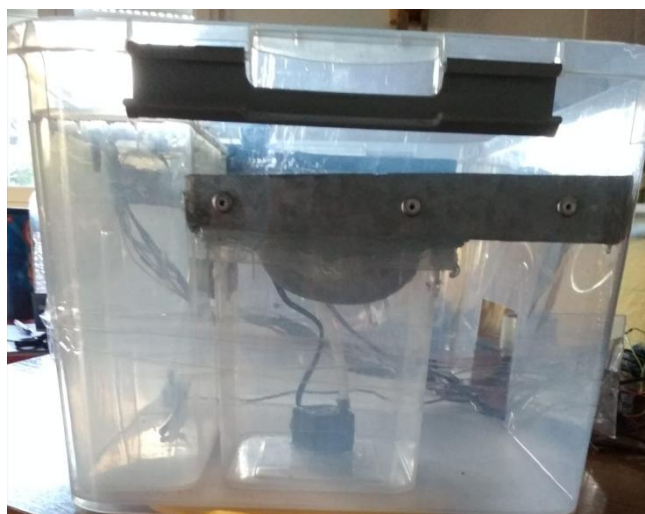


Ilustración 65 Vista de alzado de la maqueta

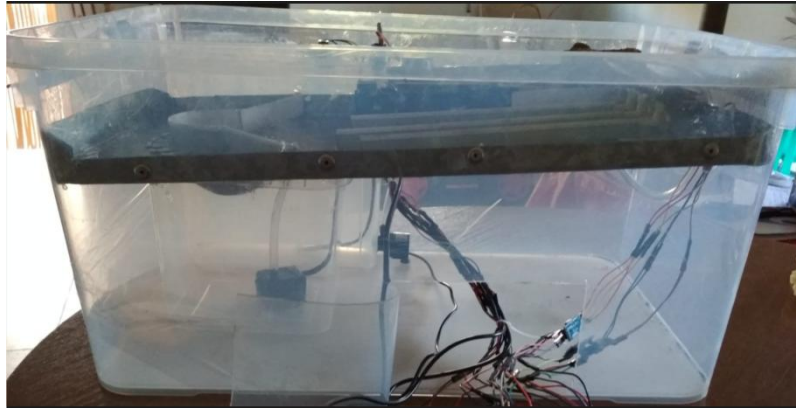


Ilustración 66 Vista de perfil de la maqueta

Anexo 7: Código Arduino para control de regadío

```
// CÓDIGO PARA CONTROL DE REGADÍO

// LIBRERÍAS

#include <Servo.h>

#include <DallasTemperature.h>    // LIBRERÍA PARA SENSOR DE TEMPERATURA

#include <OneWire.h>              // LIBRERÍAS WIRE, PARA EL BUS I2C


// ASIGNACIÓN DE PINES A LOS SENSORES Y ACTUADORES. TAMBIEN VARIABLES.

int So=A0;        // ASIGNAR EL PIN A0 A LA VARIABLE So

int Sa=A1;        // ASIGNAR EL PIN A1 A LA VARIABLE Sa

int Sv=A2;        // ASIGNAR EL PIN A2 A LA VARIABLE Sv

int Sh=A3;        // ASIGNAR EL PIN A3 A LA VARIABLE Sh

const int TRIGGER=12; // ASIGNAR PIN 12 AL SENSOR ULTRASONIDOS (DISPARO DE ULTRASONIDO)

const int ECHO=11;   // ASIGNAR PIN 11 AL SENSOR ULTRASONIDOS (RECEPCIÓN DE ULTRASONIDO)

const int RELAY1=6;  // ASIGNO EL PIN 6 A LA VARIABLE BMB, ESTA SALIDA IRÁ AL RELÉ PARA ACTIVAR/DESACTIVAR LA BOMBA.

const int RELAY2=7;  // ASIGNO EL PIN 7 A LA VARIABLE Eo, ESTA SALIDA IRÁ AL RELÉ PARA ACTIVAR/DESACTIVAR LA ELECTROVÁLVULA DE OLIVO.

const int RELAY3=8;  // ASIGNO EL PIN 8 A LA VARIABLE Ea, ESTA SALIDA IRÁ AL RELÉ PARA ACTIVAR/DESACTIVAR LA ELECTROVÁLVULA DE ALMENDRO.

const int RELAY4=9;  // ASIGNO EL PIN 9 A LA VARIABLE Ev, ESTA SALIDA IRÁ AL RELÉ PARA ACTIVAR/DESACTIVAR LA ELECTROVÁLVULA DE VID.

const int RELAY5=10; // ASIGNO EL PIN 10 A LA VARIABLE Eh, ESTA SALIDA IRÁ AL RELÉ PARA ACTIVAR/DESACTIVAR LA ELECTROVÁLVULA DE HORTALIZAS.

char val;          // VARIABLE PARA ALMACENAR DATOS DE APP

char buffer[1000];
```

```

const byte pinDatosDQ=3; // ASIGNAR EL PIN 3 AL CABLE DE TRANSMISIÓN DE DATOS DEL BUS I2C.

OneWire oneWireObjeto(pinDatosDQ); // ASIGNAR EL PIN 3 AL OBJETO DEL BUS I2C

DallasTemperature sensorDS18B20(&oneWireObjeto); // ASIGNAR EL PIN 3 AL OBJETO SENSOR DE TEMPERATURA

int NSE=5;          // NIVEL DE AGUA SUPERIOR DEL EMBALSE

int NIE=20;         // NIVEL DE AGUA INFERIOR DEL EMBALSE

int HO_olivo=700;    // NIVEL ÓPTIMO HUMEDAD CULTIVO OLIVO

int HO_almendro=700; // NIVEL ÓPTIMO HUMEDAD CULTIVO ALMENDRO

int HO_vid=700;      // NIVEL ÓPTIMO HUMEDAD CULTIVO VID

int HO_hortaliza=700; // NIVEL ÓPTIMO HUMEDAD CULTIVO HORTALIZA

int H_olivo;         // HUMEDAD MEDIDA CULTIVO OLIVO

int H_almendro;      // HUMEDAD MEDIDA CULTIVO ALMENDRO

int H_vid;           // HUMEDAD MEDIDA CULTIVO VID

int H_hortaliza;     // HUMEDAD MEDIDA CULTIVO HORTALIZA

int T_SA=35;         // TEMPERATURA SUPERIOR ÓPTIMA DEL AGUA

int T_IA=10;         // TEMPERATURA INFERIOR ÓPTIMA DEL AGUA

int T_SAM=35;        // TEMPERATURA SUPERIOR ÓPTIMA DEL AMBIENTE

int T_IAM=10;        // TEMPERATURA INFERIOR ÓPTIMA DEL AMBIENTE

int T_amb;           // TEMPERATURA AMBIENTE

int T_agua;          // TEMPERATURA DEL AGUA

unsigned int tiempo; // PARÁMETRO SENSOR ULTRASONIDOS

unsigned int distancia; // PARÁMETRO SENSOR ULTRASONIDOS

```

```

int altura_agua;

Servo Servo_A;    // Creamos el objeto Servo_A (COMPUERTA A)

Servo Servo_B;    // Creamos el objeto Servo_B (COMPUERTA B)

int H_olivoPC;    // HUMEDAD DE OLIVO EN %

int H_almendroPC; // HUMEDAD DE ALMENDRO EN %

int H_vidPC;      // HUMEDAD DE VID EN %

int H_hortalizaPC; // HUMEDAD DE HORTALIZA EN %

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(RELAY1,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 6 COMO SALIDA

  pinMode(RELAY2,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 7 COMO SALIDA

  pinMode(RELAY3,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 8 COMO SALIDA

  pinMode(RELAY4,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 9 COMO SALIDA

  pinMode(RELAY5,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 10 COMO SALIDA

  pinMode(So,INPUT); // ASIGNAR EL PIN A0 COMO ENTRADA

  pinMode(Sa,INPUT); // ASIGNAR EL PIN A1 COMO ENTRADA

  pinMode(Sv,INPUT); // ASIGNAR EL PIN A2 COMO ENTRADA

  pinMode(Sh,INPUT); // ASIGNAR EL PIN A3 COMO ENTRADA

  Servo_A.attach(4);    // ASIGNAR EL PIN 4 AL SERVOMOTOR A

  Servo_B.attach (5);   // ASIGNAR EL PIN 5 AL SERVOMOTOR B

```

```

sensorDS18B20.begin(); // INICIALIZAR EL OBJETO SENSOR DE TEMPERATURA

pinMode(TRIGGER,OUTPUT); // ASIGNAR EL PIN 12 COMO SALIDA (EMISIÓN ULTRASONIDOS)

pinMode(ECHO,INPUT); // ASIGNAR EL PIN 11 COMO ENTRADA (RECEPCIÓN ULTRASONIDOS)

Servo_A.write(0); // INICIALIZAR EL SERVO A

Servo_B.write(0); // INICIALIZAR EL SERVO B
}

void loop() {

    sensorDS18B20.requestTemperatures(); // MANDAR COMANDOS A SENSORES DE TEMPERATURA

    T_amb=sensorDS18B20.getTempCByIndex(0); // ASIGNAR A LA VARIABLE T_amb EL VALOR DEL SENSOR 0

    T_agua=sensorDS18B20.getTempCByIndex(1); // ASIGNAR A LA VARIABLE T_agua EL VALOR DEL SENSOR 1


    digitalWrite(TRIGGER,LOW); // DESACTIVAR EL EMISOR ULTRASONIDOS

    delayMicroseconds(2); // ESPERAR 2 MICROSEGUNDOS

    digitalWrite(TRIGGER,HIGH); // ACTIVAR EL EMISOR ULTRASONIDOS

    delayMicroseconds(10); // ESPERAR 10 MICROSEGUNDOS

    digitalWrite(TRIGGER,LOW);

    tiempo=pulseIn(ECHO,HIGH); // ASIGNAR VALOR A LA VARIABLE TIEMPO

    distancia=tiempo/58; // ASIGNAR VALOR A LA VARIABLE DISTANCIA

    altura_agua=(NIE-distancia); // CALCULAR ALTURA DE AGUA

    H_olivo=analogRead(So); // ALMACENA EN LA VARIABLE H_olivo EL VALOR DEL SENSOR So

```



```

H_almendro=analogRead(Sa);          // ALMACENA EN LA VARIABLE H_almendro EL VALOR DEL SENSOR Sa

H_vid=analogRead(Sv);              // ALMACENA EN LA VARIABLE H_vid EL VALOR DEL SENSOR Sv

H_hortaliza=analogRead(Sh);        // ALMACENA EN LA VARIABLE H_hortaliza EL VALOR DEL SENSOR Sh


// CONVERTIR VALORES DE SENSORES A %

H_olivoPC=map(H_olivo,0,1023,100,0);

H_almendroPC=map(H_almendro,0,1023,100,0);

H_vidPC=map(H_vid,0,1023,100,0);

H_hortalizaPC=map(H_hortaliza,0,1023,100,0);


// ORDENAR VALORES PARA ENVIARLOS POR EL PUERTO SERIE

sprintf(buffer, "%d,%d,%d,%d,%d,%d,%d",T_amb,T_agua,altura_agua,H_olivoPC,H_almendroPC,H_vidPC,H_hortalizaPC); // ORDENAR DATOS PARA MOSTRAR EN APP

Serial.println(buffer);            // IMPRIMIR EN EL PUERTO SERIE PARA VER EN APP


if (Serial.available()){          // SI EL PUERTO SERIE RECIBE DATOS

    val=Serial.read();            // LEER DATOS DEL PUERTO SERIE

}


// LLENADO DE EMBALSE

if (distancia>NSE){

    if (val=='0'){

```

```

    Servo_B.write(90);          // SERVO B GIRA EN UN SENTIDO (SE ABRE COMPUERTA B)

    delay(3000);                // ESPERAR 3 SEGUNDOS (TIEMPO QUE TARDA EN ABRIRSE LA COMPUERTA B)

    Servo_A.write(90);          // SERVO A GIRA EN UN SENTIDO (SE CIERRA COMPUERTA A)
}

if (val=='1'){

    Servo_A.write(0);           // SERVO A GIRA EN SENTIDO CONTRARIO AL ANTERIOR (SE ABRE COMPUERTA A)

    delay(3000);                // ESPERAR 3 SEGUNDOS (TIEMPO QUE TARDA EN ABRIRSE LA COMPUERTA A)

    Servo_B.write(0);           // SERVO B GIRA EN OTRO SENTIDO (SE ABRE CIERRA COMPUERRTA B)
}

}

// RIEGO

if (distancia>=NSE && distancia<NIE){

    if (T_amb>=T_IAM && T_amb<=T_SAM && T_agua>=T_IA && T_agua<=T_SA){

        if (val=='2'){

            digitalWrite(RELAY2,HIGH);    // ACTIVAR ELECTROVÁLVULA RIEGO OLIVO

            delay(1000);

            digitalWrite(RELAY1,HIGH);     // ACTIVAR BOMBA
        }

        if (val=='3' || H_olivo<=HO_olivo) {

```

```

    digitalWrite(RELAY1,LOW);    // DESACTIVAR BOMBA

    delay(2000);

    digitalWrite(RELAY2,LOW);    // DESACTIVAR ELECTROVÁLVULA RIEGO OLIVO

    val='3';

}

if (val=='4'){

    digitalWrite(RELAY3,HIGH);    // ACTIVAR ELECTROVÁLVULA ALMENDRO

    delay(3000);

    digitalWrite(RELAY1,HIGH);    // ACTIVAR BOMBA

}

if (val=='5' || H_almendro<=HO_almendro){

    digitalWrite(RELAY1,LOW);    // DESACTIVAR BOMBA

    delay(2000);

    digitalWrite(RELAY3,LOW);    // DESACTIVAR ELECTROVÁLVULA ALMENDRO

    val='5';

}

if (val=='6'){

    digitalWrite(RELAY4,HIGH);    // ACTIVAR ELECTROVÁLVULA VID

    delay(3000);

    digitalWrite(RELAY1,HIGH);    // ACTIVAR BOMBA

}

```

```

if (val=='7' || H_vid<=HO_vid){

    digitalWrite(RELAY1,LOW);      // DESACTIVAR BOMBA

    delay(2000);

    digitalWrite(RELAY4,LOW);      // DESACTIVAR ELECTROVÁLVULA VID

    val='7';

}

if (val=='8'){

    digitalWrite(RELAY5,HIGH);      // ACTIVAR ELECTROVÁLVULA HOTALIZA

    delay(3000);

    digitalWrite(RELAY1,HIGH);      // ACTIVAR BOMBA

}

if (val=='9' || H_hortaliza<=HO_hortaliza){

    digitalWrite(RELAY1,LOW);      // DESACTIVAR BOMBA

    delay(2000);

    digitalWrite(RELAY5,LOW);      // DESACTIVAR ELECTROVÁLVULA HORTALIZA

    val='9';

}

delay(3000);

}

}

}
    
```

PLANOS

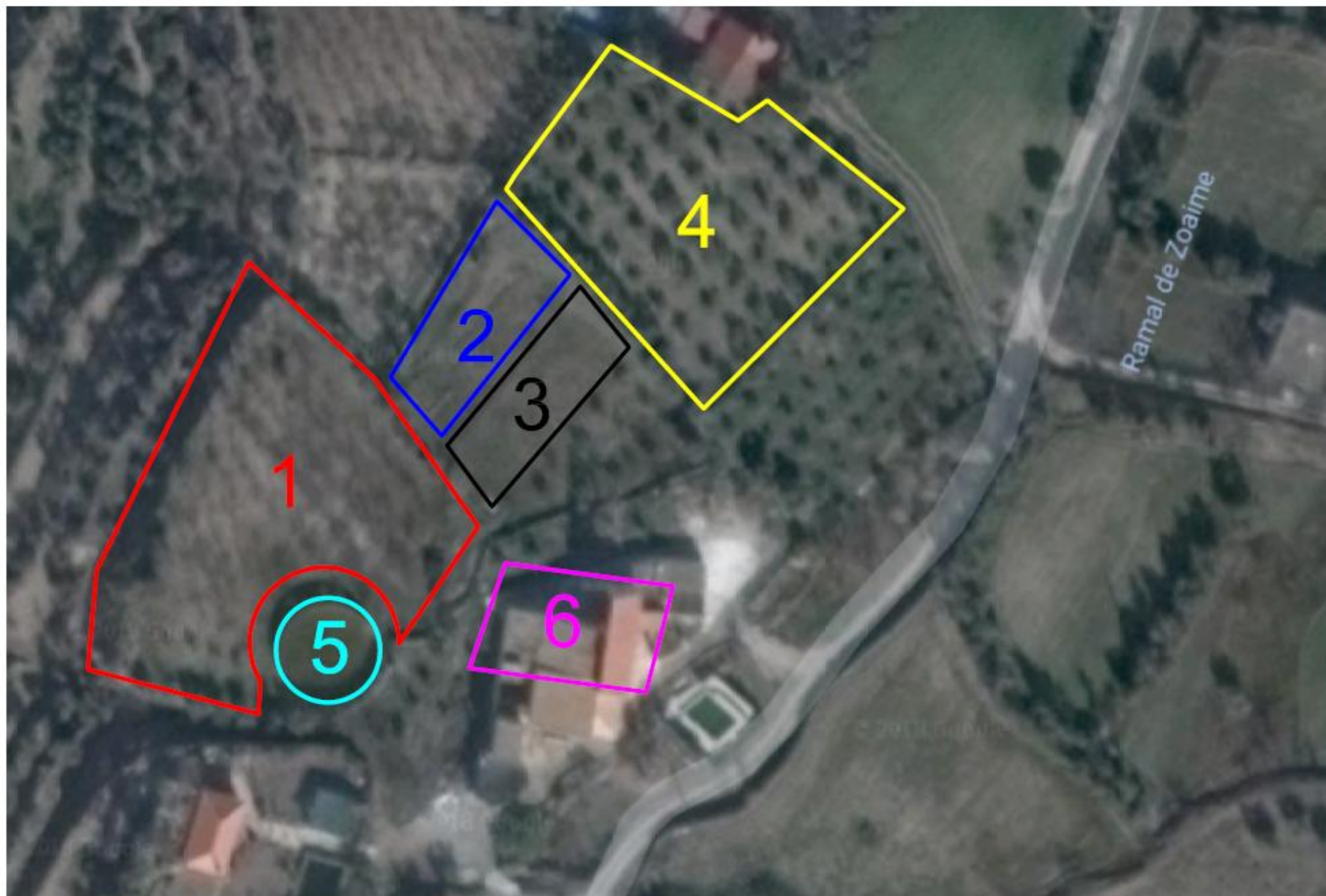
2. PLANOS.....	118
Plano 1 (Situación).....	119
Plano 2 (Situación con detalles).....	120
Plano 3 (Esquema eléctrico)	121
Plano 4 (Zanjas con detalles).....	122
Plano 5 (Arqueta con detalles)	123
Plano 6 (Conexiones de arduino).....	124

2. PLANOS

En este epígrafe se muestran los diferentes planos que hacen referencia a la obra proyectada.



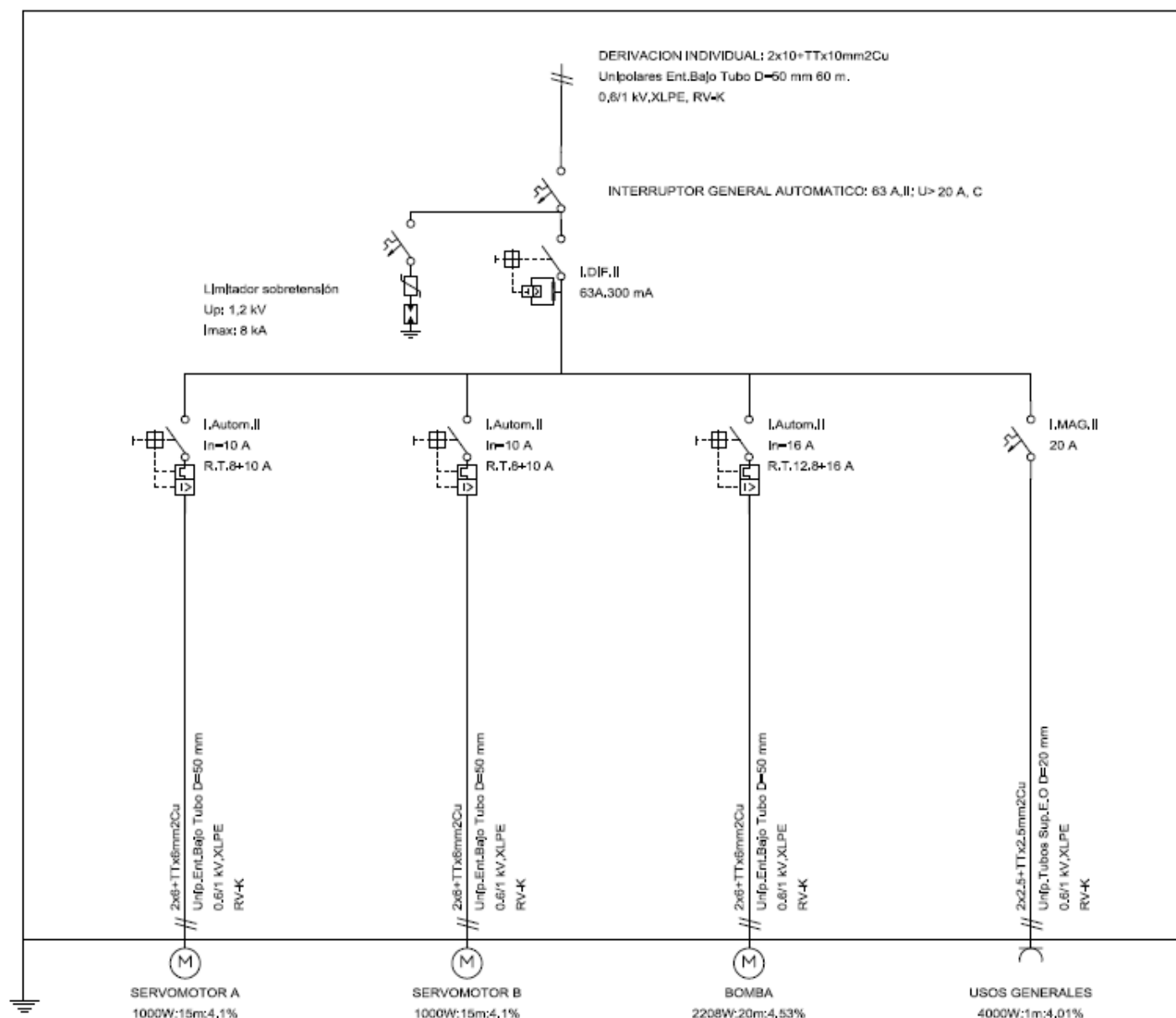
	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado		ANGEL.H.R	
Comprob.			
id.s.norm.			
Escala	SITUACIÓN		1
S.E			Sustituye a:
			Sustituido por:



LEYENDA

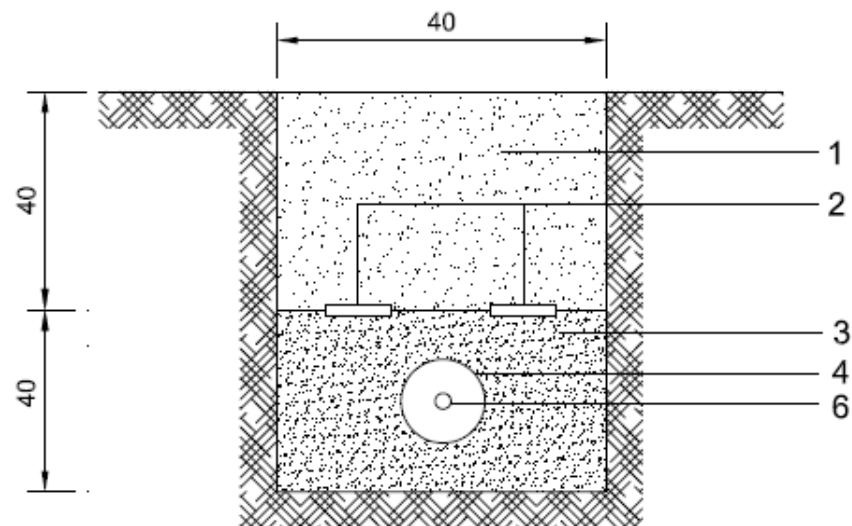
- 1- Cultivo de almendro
- 2- Cultivo de hortaliza
- 3- Cultivo de vid
- 4- Cultivo de olivo
- 5- Embalse
- 6- CGMP

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado		ANGEL.H.R	
Comprob.			
id.s.norm.			
Escala	SITUACIÓN DETALLES DE CULTIVO		2
S.E			Sustituye a:
			Sustituido por:

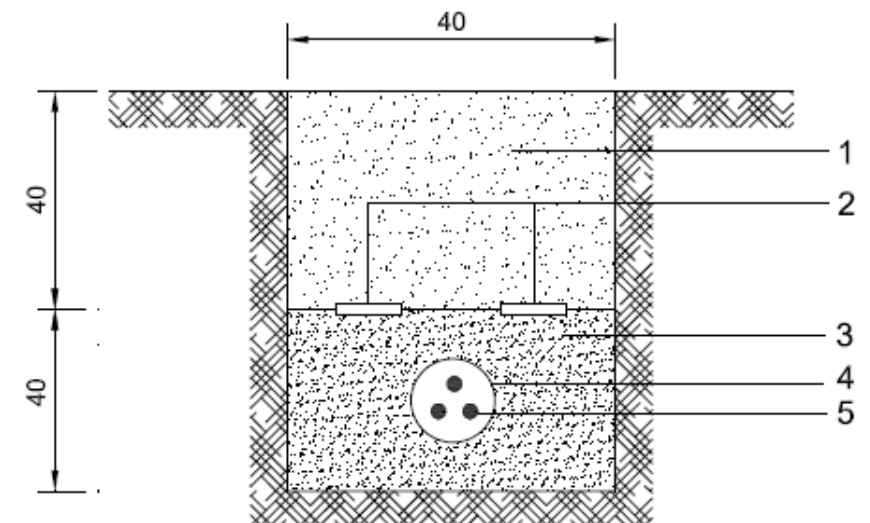


	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado		ANGEL.H.R	
Comprob.			
id.s.norm.			
Escala	ESQUEMA ELÉCTRICO		3
S.E			Sustituye a:
			Sustituido por:

ZANJA PARA CABLE UTP



ZANJA PARA CONDUCTOR ELÉCTRICO

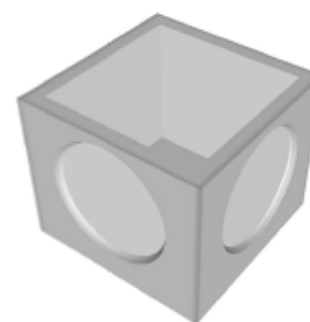
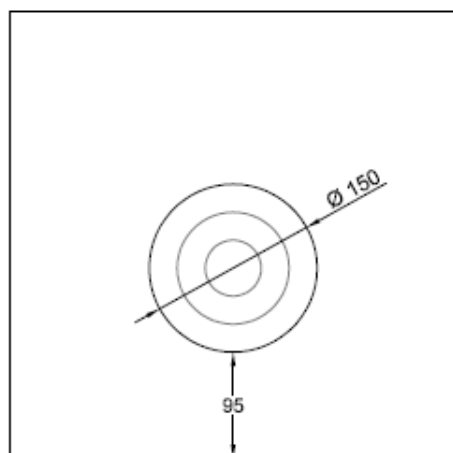
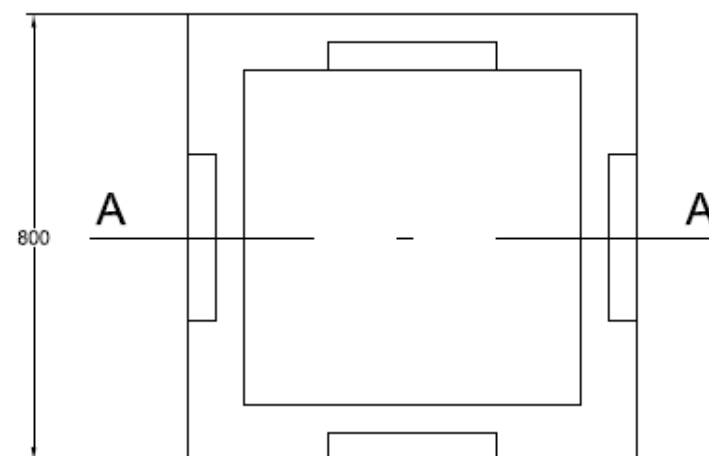
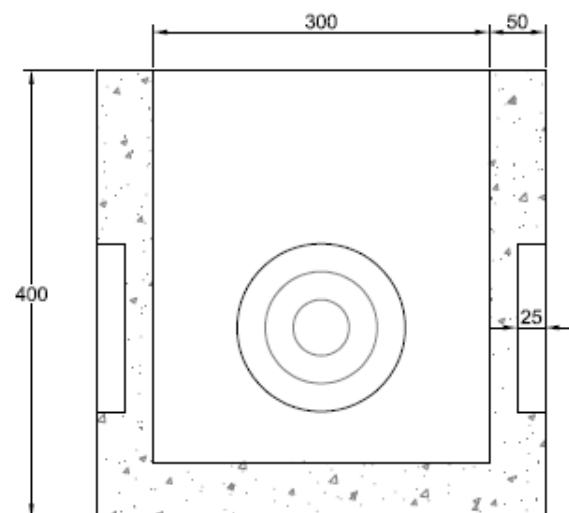


LEYENDA

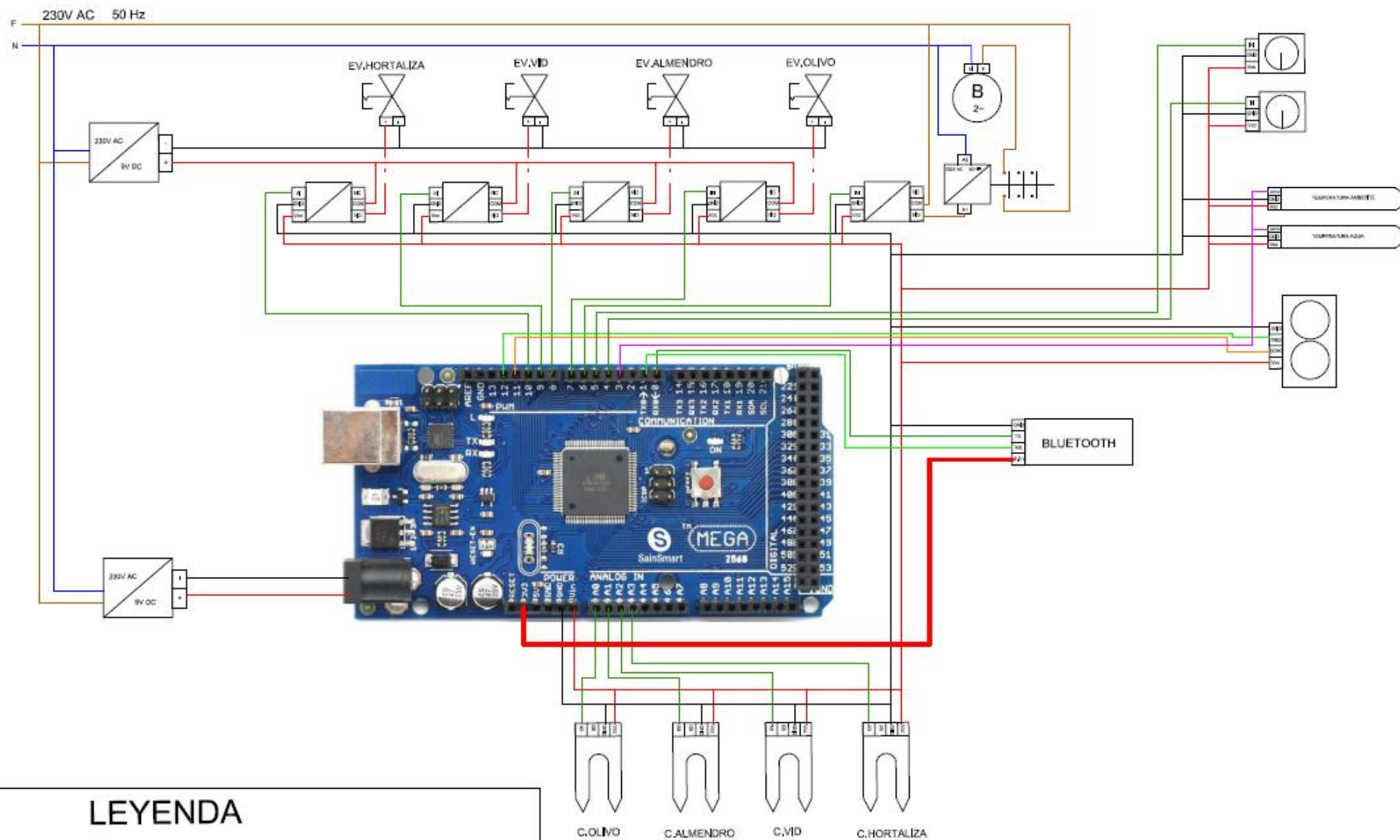
- 1 - RELLENO COMPACTO
- 2 - CINTA DE SEÑALIZACIÓN
- 3 - ARENA O TIERRA CRIBADA
- 4 - TUBO DE PVC
- 5 - CONDUCTORES
- 6 - CABLE UTP

Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE JAÉN	
Dibujado	ANGEL.H.R		
Comprob.			
id.s.norm.			
Escala	DETALLES ZANJAS		4
S.E			Sustituye a:
			Sustituido por:

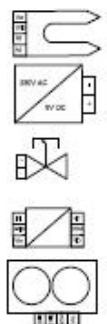
SECCION A-A



	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE JAÉN
Dibujado		ANGEL.H.R.	
Comprob.			
id.s.norm.			
Escala	DETALLES ARQUETA PVC		5
S.E			Sustituye a:
			Sustituido por:



LEYENDA



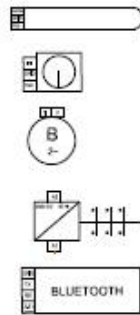
SENSOR DE HUMEDAD

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

ELECTROVÁLVULA

CONTACTOR 5V

SENSOR ULTRASÓNICO



SENSOR DE TEMPERATURA

SERVOMOTOR

BOMBA DE RIEGO MONOFÁSICA

CONTACTOR DE POTENCIA

MÓDULO BLUETOOTH HC-06

	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD DE JAÉN	
Dibujado		ANGEL.H.R		
Comprob.			6	
id.s.norm.				
Escala	S.E ESQUEMA CONEXIONES ARDUINO			
				Sustituye a:
				Sustituido por:

PLIEGO DE CONDICIONES

3. PLIEGO DE CONDICIONES.....	127
3.1. Objeto.....	127
3.2. Inspecciones durante la ejecución.....	127
3.3. Trabajos no previstos	127
3.4. Replanteo de la obra	127
3.4.1. Realización de zanjas	127
3.4.2. Montaje eléctrico.....	128
3.4.3. Programación de arduino	128
3.4.4. Aspectos del contrato.....	129
3.4.5. Modificaciones respecto al proyecto original	129

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. Objeto

El presente documento tiene por objeto establecer el procedimiento que se aplicará en la instalación de REGADÍO AUTOMATIZADO MEDIANTE ARDUINO, al objeto de conseguir los objetivos de:

- Calidad en la ejecución.
- Seguridad de las personas y cosas durante la construcción.
- Minimización del impacto medio ambiental.
- Evitación de quejas y reclamaciones de los propietarios.

Antes del comienzo de la obra se facilitará al contratista una copia los planos detallados de la misma, así como una relación detallada de las dimensiones de excavación y hormigonado de cada una de las zanjas.

3.2. Inspecciones durante la ejecución

Las inspecciones durante la construcción serán realizadas por personal de Eléctrica.

3.3. Trabajos no previstos

En el momento, caso de existir, que el Contratista detecte la necesidad o conveniencia de tener que realizar un trabajo no previsto inicialmente y por tanto no contemplado en el Pedido Oficial o la Orden de Entrega, deberá ponerlo en conocimiento del técnico encargado de la obra, no pudiendo el contratista comenzar a efectuar dicho trabajo hasta tanto no haya obtenido la autorización de dicho técnico. (Se excluye de lo anterior aquellos trabajos que en caso de no iniciarse pudieran ser provocadores de riesgos para las personas o cosas).

3.4. Replanteo de la obra

3.4.1. Realización de zanjas

Las zanjas se realizarán con la ayuda de una máquina retroexcavadora y además con un camión para el destierre. Las medidas de la excavación a realizar

debe ser de 80 cm de profundidad y 40 cm de anchura, como se indica en el plano 4, Detalles de zanjas.

A la distancia de 40 cm se colocará una cinta de señalización así como un bloque de hormigón para protección. Además se colocarán las arquetas, a una distancia de separación entre una y otra de 5 metros.

3.4.2. Montaje eléctrico

En primer lugar se colocarán los tubos en las zanjas, partiendo desde el cuadro general de alimentación hasta los actuadores y sensores. Una vez colocados los tubos se realizará la instalación de los conductores. En los casos donde sea necesario hacer empalmes de conductores, estos se realizarán utilizando fichas de empalme.

Tras realizar la instalación de los conductores se procederá a la colocación de los elementos del cuadro general de protección así como los actuadores y sensores. Los materiales a utilizar son los detallados en el **Anexo 4: Materiales utilizados**.

3.4.3. Programación de arduino

La programación de arduino será realizada por el proyectista de este documento, el ingeniero técnico industrial, basándose en la documentación detallada en el epígrafe 1.8. para la realización del control del riego automatizado.

Para el control del regadío automatizado se dispondrá de un arduino Mega 2560 como microcontrolador junto con los distintos sensores, actuadores y relés.

El riego será automático y controlado por un dispositivo android a través de bluetooth con el objetivo de conseguir mayor eficiencia y ahorro en el riego. Para la conexión bluetooth entre arduino y el dispositivo android, se utilizará el módulo de Bluetooth HC-06, detallado en el **Anexo 4: Materiales utilizados**.

En el dispositivo android se instalará una aplicación, creada también por el ingeniero técnico que ha redactado el presente proyecto, realizada en la web de <http://appinventor.mit.edu> tal y como se ha redactado en el epígrafe 1.8.2. App Inventor.

La aplicación creada dispondrá de dos pantallas, una de inicio y otra donde se encuentran los botones para el control del riego. Además dispone de indicadores donde se reflejan los valores de los distintos sensores (Temperatura ambiente, temperatura del agua del embalse, humedad de los distintos cultivos y altura de agua del embalse).

Para obtener la humedad de cada cultivo, se utilizarán sensores de tipo resistivo que irán colocados en la raíz del cultivo correspondiente.

Para el control del llenado del embalse se cuenta con un sensor ultrasonidos. Además se controlarán dos compuertas mediante servomotores, una compuerta está situada en la acequia general y la otra en la acequia que transcurre desde la acequia general hasta el embalse.

Para el riego se dispondrá de una bomba de riego que conectada a las electroválvulas (una para cada cultivo) suministrará el agua a los cultivos.

3.4.4. Aspectos del contrato

La obra concluirá con una supervisión por parte del Ingeniero técnico para garantizar la correcta instalación y el suministro de energía, así como el funcionamiento correcto de todos los elementos que componen la instalación.

3.4.5. Modificaciones respecto al proyecto original

Existen ocasiones en las que el proyecto original no es viable hacer, ya sea por el estado de los terrenos o cualquier otro motivo. En estos casos, cualquier apartado de la instalación podrá ser modificado siempre y cuando la modificación la revise el Ingeniero industrial y verifique el cambio.

ÁNGEL Hernández Román

Fdo

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

4. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 001 CUADRO ELÉCTRICO				
	Instalación de cuadro eléctrico de marca Hager de 24 unidades de dimensiones 290 x 333 x 72 mm, compuesto por interruptores automáticos, interruptor diferencial, protección contra sobretensiones, contactores y guardamotores. Además se incluye la colocación de pica de cobre de 2 metros, la cual irá conectada mediante una grapa de cobre y un conductor de 10 mm ² a los demás conductores de tierra del cuadro eléctrico. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento.			
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		5,00	1,00	5,00
PS 029	ud SACO 25 Kg CEMENTO			
		0,05	2,60	0,13
PS 030	ud SACA ARENA 1 m3			
		0,05	22,00	1,10
PS 001	ud CAJA AUTOMÁTICOS EMPOTRAR HAGER 24 MÓDULOS VR212NE C/Puerta			
		1,00	40,66	40,66
PS 002	ud INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO 63A			
		1,00	56,00	56,00
PS 003	ud INTERRUPTOR DIFERENCIAL MONOFÁSICO 63A 300m A			
		1,00	50,00	50,00
PS 004	ud PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES 63A			
		1,00	150,00	150,00
PS 007	ud INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO 20A			
		1,00	10,00	10,00
PS 006	ud INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO 16A			
		1,00	9,00	9,00
PS 005	ud INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO MONOFÁSICO 10A			
		2,00	8,00	16,00
PS 010	m CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR 6 mm 2 CON AISLAMIENTO XLPE 0,6/1 KV			
		0,50	2,40	1,20
PS 021	ud CONTACTOR TRIFÁSICO 230V			

			3,00	35,00	105,00
PS 022	ud	GUARDAMOTOR PARA SERVOMOTOR 6A-10A			
			2,00	33,00	66,00
PS 023	ud	GUARDAMOTOR PARA BOMBA 9A-16A			
			1,00	36,00	36,00
PS 011	m	CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR 2.5 mm2 CON AISLAMIENTO X LPE 0.6/1 KV			
			0,50	0,60	0,30
PS 031	ud	PICA DE COBRE 2 m			
			1,00	11,50	11,50
PS 032	ud	GRAPA DE COBRE PARA PICA			
			1,00	2,70	2,70
PS 009	m	CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR 10 mm2 CON AISLAMIENTO X LPE 0.6/1 KV			
			2,00	2,40	4,80
MO 001	h	ALBAÑIL			
			0,50	15,00	7,50
MO 002	h	PEÓN ALBAÑIL			
			0,50	10,00	5,00
MO 003	h	ELECTRICISTA			
			1,00	4,00	4,00
MO 004	h	AYUDANTE ELECTRICISTA			
			1,00	15,00	15,00
G1		GASTOS INDIRECTOS (1%)			
			0,01	596,89	5,97

TOTAL CAPÍTULO UO 001 CUADRO ELÉCTRICO.....602,86 €

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 002 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN				
Instalación de línea general de alimentación con conductores 2x10mm ² + 1x10mm ² con aislamiento XLPE 0,6/1 KV en tubo de 63 mm de diámetro y este enterrado a una profundidad de 70 cm con cinta de señalización. Se incluye la realización de la zanja mediante retroexcavadora y el destierre mediante camión. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento correcto.				
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL	10,00	1,00	10,00
MQ 001	h RETROEXVACADORA	0,10	50,00	5,00
MQ 002	h CAMIÓN	0,10	50,00	5,00
PS 012	m CONDUCTO 63 mm COARRUGADO	1,00	0,80	0,80
PS 009	m CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR 10 mm ² CON AISLAMIENTO X LPE 0.6/1 KV	3,00	2,40	7,20
MO 001	h ALBAÑIL	0,25	15,00	3,75
MO 002	h PEÓN ALBAÑIL	0,25	10,00	2,50
MO 003	h ELECTRICISTA	0,50	4,00	2,00
MO 004	h AYUDANTE ELECTRICISTA	0,50	15,00	7,50
PS 028	ud ARQUETA PVC 300X300 mm	0,10	28,68	2,87
PS 029	ud SACO 25 Kg CEMENTO	0,20	2,60	0,52
PS 030	ud SACA ARENA 1 m ³	0,20	22,00	4,40
PS 034	m CINTA SEÑALIZACIÓN ZANJA			

G2 GASTOS INDIRECTOS (1%)

1,00	0,10	0,10
0,01	51,64	0,52

TOTAL CAPÍTULO UO 002 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN3.129,60€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 003 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN SERVOMOTOR				
Instalación de línea de alimentación a servomotor con conductores unipolares de cobre 2x6mm ² + 1x6mm ² con aislamiento XLPE 0,6/1 KV en tubo de 50 mm de diámetro y este enterrado a una profundidad de 70 cm con cinta de señalización. Se incluye la realización de la zanja mediante retroexcavadora y el destierre mediante camión. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento correcto.				
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL	10,00	1,00	10,00
MQ 001	h RETROEXVACADORA	0,10	50,00	5,00
MQ 002	h CAMIÓN	0,10	50,00	5,00
PS 013	m CONDUCTO 50 mm COARRUGADO	1,00	0,70	0,70
PS 010	m CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR 6 mm 2 CON AISLAMIENTO XLPE 0,6/1 KV	3,00	2,40	7,20
MO 001	h ALBAÑIL	0,20	15,00	3,00
MO 002	h PEÓN ALBAÑIL	0,20	10,00	2,00
MO 003	h ELECTRICISTA	0,20	4,00	0,80
MO 004	h AYUDANTE ELECTRICISTA	0,20	15,00	3,00
PS 028	ud ARQUETA PVC 300X300 mm	0,10	28,68	2,87
PS 029	ud SACO 25 Kg CEMENTO			

			0,20	2,60	0,52
PS 030	ud	SACA ARENA 1 m3			
			0,20	22,00	4,40
PS 034	m	CINTA SEÑALIZACIÓN ZANJA			
			1,00	0,10	0,10
G3		GASTOS INDIRECTOS (1%)			
			0,01	44,59	0,45

TOTAL CAPÍTULO UO 003 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN SERVOMOTOR.....1.351,20€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 004 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN BOMBA				
Instalación de línea de alimentación a bomba con conductores unipolares de cobre 2x6mm2 + 1x6mm2 con aislamiento XLPE 0,6/1 KV en tubo de 50 mm de diámetro y este enterrado a una profundidad de 70 cm con cinta de señalización. Se incluye la realización de la zanja mediante retroexcavadora y el destierre mediante camión. Puesta en marcha y cmprobación de funcionamiento correcto.				
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		10,00	1,00	10,00
MQ 001	h RETROEXVACADORA			
		0,10	50,00	5,00
MQ 002	h CAMIÓN			
		0,10	50,00	5,00
PS 013	m CONDUCTO 50 mm COARRUGADO			
		1,00	0,70	0,70
PS 010	m CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR 6 mm 2 CON AISLAMIENTO XLPE 0,6/1 KV			
		3,00	2,40	7,20
MO 001	h ALBAÑIL			
		0,20	15,00	3,00
MO 002	h PEÓN ALBAÑIL			
		0,20	10,00	2,00
MO 003	h ELECTRICISTA			

MO 004	h	AYUDANTE ELECTRICISTA	0,20	4,00	0,80
PS 028	ud	ARQUETA PVC 300X300 mm	0,20	15,00	3,00
PS 029	ud	SACO 25 Kg CEMENTO	0,10	28,68	2,87
PS 030	ud	SACA ARENA 1 m3	0,20	2,60	0,52
PS 034	m	CINTA SEÑALIZACIÓN ZANJA	0,20	22,00	4,40
G4		GASTOS INDIRECTOS (1%)	1,00	0,10	0,10
			0,01	44,59	0,45

TOTAL CAPÍTULO UO 004 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN BOMBA.....900,80€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 005 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN OTROS USOS				
Instalación de línea de alimentación de otros usos con conductores unipolares de cobre 2x2,5mm2 + 1x2,5mm2 con aislamiento XLPE 0,6/1 KV en tubo de 12 mm de diámetro al aire. Puesta en marcha y cmprobación de funcionamiento correcto.				
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		10,00	1,00	10,00
MQ 001	h RETROEXVACADORA			
		0,10	50,00	5,00
MQ 002	h CAMIÓN			
		0,10	50,00	5,00
PS 014	m CONDUCTO COARRUGADO REFORZADO DE 12 mm DE DIÁMETRO			
		1,00	0,20	0,20
PS 011	m CONDUCTOR DE COBRE UNIPOLAR2.5 mm2 CON AISLAMIENTO X LPE 0.6/1 KV			

			3,00	0,60	1,80
MO 001	h	ALBAÑIL			
			0,20	15,00	3,00
MO 002	h	PEÓN ALBAÑIL			
			0,20	10,00	2,00
MO 003	h	ELECTRICISTA			
			0,20	4,00	0,80
MO 004	h	AYUDANTE ELECTRICISTA			
			0,20	15,00	3,00
PS 028	ud	ARQUETA PVC 300X300 mm			
			0,10	28,68	2,87
PS 029	ud	SACO 25 Kg CEMENTO			
			0,20	2,60	0,52
PS 030	ud	SACA ARENA 1 m3			
			0,20	22,00	4,40
PS 034	m	CINTA SEÑALIZACIÓN ZANJA			
			1,00	0,10	0,10
G5		GASTOS INDIRECTOS (1%)			
			0,01	38,69	0,39

TOTAL CAPÍTULO UO 005 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN OTROS USOS39,08€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 006 SERVOMOTOR				
Instalación de servomotor 230V AC, 400 W. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento correcto.				
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		10,00	1,00	10,00
PS 015	ud SERVOMOTOR AC 230V 1 kW			
		1,00	100,00	100,00
MO 003	h ELECTRICISTA			
		1,00	4,00	4,00
MO 004	h AYUDANTE ELECTRICISTA			

		1,00	15,00	15,00
G6	GASTOS INDIRECTOS (1%)			
		0,01	129,00	1,29
TOTAL CAPÍTULO UO 006 SERVOMOTOR.....				130,29€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

CAPÍTULO UO 007 BOMBA

Instalación de bomba 230V AC, 2208 W. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento correcto.

PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		10,00	1,00	10,00
PS 016	ud BOMBA CENTRIFUGA BITURBINA RIEGO MONOFÁSICA AC 230 V 2,208 KW			
		1,00	120,00	120,00
MO 003	h ELECTRICISTA			
		1,00	4,00	4,00
MO 004	h AYUDANTE ELECTRICISTA			
		1,00	15,00	15,00
G7	GASTOS INDIRECTOS (1%)			
		0,01	149,00	1,49

TOTAL CAPÍTULO UO 007 BOMBA.....150,49€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 008 ELECTROVÁLVULA				
	Instalación de electroválvula de riego Cepex 9V LATCH para cada tipo de riego. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento correcto.			
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		10,00	1,00	10,00
PS 027	ud ELECTROVÁLVULA DE RIEGO Cepex 9V LATCH			
		1,00	21,00	21,00
MO 003	h ELECTRICISTA			
		0,50	4,00	2,00
MO 004	h AYUDANTE ELECTRICISTA			
		0,50	15,00	7,50
G8	GASTOS INDIRECTOS (1%)			
		0,01	40,50	0,41
TOTAL CAPÍTULO UO 008 ELECTROVÁLVULA.....				163,64€

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO UO 009 AUTOMATIZADO				
	Instalación y programación de sensores de temperatura y sensores de humedad a través del microcontrolador ARDUINO UNO mediante conductor de redes UTP categoría 6. Además se instalará un relé de 5V por cada electroválvula. También se instalará un módulo WiFi ESP8266 para el control automatizado. Puesta en marcha y comprobación de funcionamiento correcto.			
PS 000	ud PEQUEÑO MATERIAL			
		10,00	1,00	10,00
PS 017	ud RELÉ 5V PARA ARDUINO			
		4,00	2,00	8,00
PS 024	ud SENSOR ULTRASONIDOS ARDUINO			

		1,00	3,50	3,50
PS 033	ud MÓDULO BLUETOOTH HC-06 ARDUINO			
		1,00	2,40	2,40
PS 018	ud ARDUINO MEGA			
		1,00	5,00	5,00
PS 025	ud SENSOR TEMPERATURA BUS I2C			
		2,00	2,00	4,00
PS 026	ud SENSOR HUMEDAD RESISTIVO			
		4,00	2,00	8,00
PS 019	m CONDUCTOR DE REDES UTP 8x22 CATEGORÍA 6			
		80,00	0,50	40,00
MO 003	h ELECTRICISTA			
		2,00	4,00	8,00
MO 004	h AYUDANTE ELECTRICISTA			
		2,00	15,00	30,00
MO 005	h INGENIERO INDUSTRIAL (Programación)			
		5,00	35,00	175,00
G9	GASTOS INDIRECTOS (1%)			
		0,01	293,90	2,94

TOTAL CAPÍTULO UO 009 AUTOMATIZADO.....296,84€

TOTAL.....6.764,80€

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
UO 001	CUADRO ELÉCTRICO.....	602,86	8,91
UO 002	... LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN.....	3.129,60	46,26
UO 003	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN SERVOMOTOR.....	1.351,20	19,97
UO 004	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN BOMBA.....	900,80	13,32
UO 005	LÍNEA DE ALIMENTACIÓN OTROS USOS.....	39,08	0,58
UO 006	SERVOMOTOR.....	130,29	1,93
UO 007	BOMBA.....	150,49	2,22
UO 008	ELECTROVÁLVULA.....	163,64	2,42
UO 009	AUTOMATIZADO.....	296,84	4,39
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		6.764,80€	
15,00% Gastos generales.....		1014,72€	
5,00% Beneficio industrial		338,24€	
SUMA DE G.G. y B.I.		1.352,96€	
21,00% I.V.A.....		1.704,73€	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA.....		9.822,49€	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....		9.822,49€	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de **NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTIDOS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS**

a 18 de Junio de 2018.

El promotor

La dirección facultativa