

TRABAJO FIN DE GRADO
Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Control de bombas peristálticas para análisis de
transistores orgánicos

Autor: Jorge Domenech Chornet
Tutor: Javier Ibáñez Civera
Cotutor: Eduardo García Breijo

Índice

I. Memoria	11
1. Objeto	12
2. Justificación del proyecto	13
2.1. Cómo funciona un Transistor	13
2.2. Transistor orgánico	15
2.3. Estación controladora antigua	16
2.4 Justificación del proyecto	17
3. Factores a considerar	18
3.1. Condiciones de encargo	18
3.1.1. Factores técnicos	18
3.1.2. Factores económicos	18
4. Elección de los componentes	19
4.1. Microcontroladores	19
4.1.1. Alternativas	19
4.1.2. Criterios de selección	19
4.1.2.1. Arduino Duemilanove	20
4.1.2.2. Arduino UNO	21
4.1.2.3. Arduino NANO	21
4.1.2.4. Arduino PRO MINI	22
4.1.3. Justificación de la solución adoptada	22
4.2. Electroválvulas	23
4.2.1. Alternativas	25
4.2.2. Justificación de la solución adoptada	25
4.3. Bombas peristálticas	26
4.3.1. Alternativas	27
4.3.2. Justificación de la solución adoptada	27
4.4. Transistor	28
4.4.1. Alternativas	28

4.4.2. Criterios de selección	28
4.4.3. Justificación de la solución adoptada	28
4.5. Diodos	31
4.5.1. Alternativas	31
4.5.2. Criterios de selección	31
4.5.3. Justificación de la solución adoptada	31
4.6. Carcasa	32
4.6.1. Alternativas	34
4.6.2. Criterios de selección	34
4.6.2. Justificación de la solución adoptada	34
5. Diseño de la estación de control	35
5.1. Sistema y subsistemas	35
5.1.1. Electrónica	35
5.1.2. Carcasa	36
5.1.3. Movimiento hidráulico	36
5.2. Conexiones	36
5.2.1. Esquema de conexiones	36
5.2.2. Conector IEC	37
5.2.3. Conectores pin header macho y hembra	38
5.2.4. Bloque terminal para PCB	38
5.2.5. Cables	38
5.2.6. Funda termoretráctil	39
5.2.7. Placa PCB virgen	39
5.3. Análisis de Prototipos	40
5.3.1. Prototipo 1	40
5.3.2. Prototipo 2	41
5.3.3. Prototipo 3	41
5.3.4. Prototipo 4	42
6. Montaje	43
6.1. Despiece	43
6.2. Placa base	44
6.3. Carcasa	46
6.4. Protectores	46
6.5. Equipo completo	47
7. Sistema operativo: Arduino	48

7.1. Void septup()	48
7.2. Void loop()	48
7.3. Flujograma del programa	48
7.4. Interfaz de Usuario	50
7.5. Programación	50
8. Conclusión	51
II. Pliego de condiciones	52
1. Definición y alcance del pliego	53
2. Condiciones y normas de carácter general	54
3. Condiciones particulares	55
3.1. Condiciones técnicas	55
3.1.1. Materiales	55
3.1.1.1. Circuito impreso	55
3.1.1.2. Electroválvulas	55
3.1.1.3. Bombas peristálticas	55
3.1.1.4. Fuente alimentación	55
3.1.1.5. Microcontrolador	55
3.1.1.6. Ventilador	55
3.1.1.7. Transistor MOSFET	55
3.1.1.8. Resistencias	55
3.1.1.9. Diodo	55
3.1.2. Ejecución	56
3.1.2.1. Circuito electrónico	56
3.1.2.2. Preformado de la carcasa	56
3.1.2.3. Inserción de los componentes	56
3.1.2.4. Conexión de la parte hidráulica	57
3.1.2.5. Protectores de vasos	57
3.2. Condiciones económicas	57
3.2.1. Generales	57
3.2.2. Garantías	57
III. Presupuesto	58
1. Presupuesto real	59
1.1. Circuito electrónico	59
1.2. Equipo del control de bombas	60

1.3. Resumen	61
2. Presupuesto del prototipo	62
2.1 Circuito electrónico	62
2.2 Equipo del control de bombas	63
3. Resumen del presupuesto del prototipo	64
IV. Planos	65
1. Plano del conjunto general	66
1.1. Plano de conexiones	67
1.1.1. Plano PCB completo	68
1.1.2. Plano componentes PCB	69
1.1.3. Plano pistas PCB	70
2. Preformado de la caja.	71
3. Protectores vasos agua destilada y residuos.	72
4. Protectores bote de muestra.	73
V. Bibliografía	75
VI. Anexos	77
1. Flujograma completo	78
2. Código de programación	82
3. Manual de usuario	89
3.1. Interfaz de usuario	89
3.2. Encendido	89
3.3. Modo funcionamiento recirculación de fluido muestra.	90
3.4. Modo funcionamiento limpieza parcial.	91
3.5. Modo funcionamiento limpieza total.	92
3.6. Instalación/Conexión.	93
4. Documentación técnica	95
4.1. Alimentación 24 V	95
4.2. Alimentación 12 V	99
4.3. Bombas peristálticas	102
4.4. Electroválvulas	105
4.5. Carcasa envolvente	114
4.6. Transistor	117

Índice Figuras

Figura 1. Composición de los transistores	13
Figura 2. Primer transistor funcional.	14
Figura 3. Familias de transistores.	14
Figura 4. Izquierda transistor MOSFET, derecha transistor OFET.	15
Figura 5. Estación controladora antigua	16
Figura 6. Arduino Duemilanove	20
Figura 7. Arduino UNO	21
Figura 8. Arduino NANO	21
Figura 9. Arduino PRO MINI	22
Figura 10. Electroválvula acción directa	23
Figura 11. Electroválvula acción indirecta	23
Figura 12. Electroválvula acción mixta	24
Figura 13. Electroválvula 3 vías	24
Figura 14. Funcionamiento bombas peristálticas	26
Figura 15. Organigrama técnico del proyecto	35
Figura 16. Esquema de conexiones	36
Figura 17. Conjunto Arduino y shield LCD	37
Figura 18. Conector IEC	37
Figura 19. Pines header macho y hembra	38
Figura 20. Bloque terminal para PCB	38
Figura 21. izquierda cables con pines Arduino. — Derecha bobina de hilo	39
Figura 22. Funda termoretráctil	39
Figura 23. Placa de cobre virgen	39
Figura 24. Vista delantera del Prototipo 1	40
Figura 25. Vista delantera del Prototipo 2	41
Figura 26. Vista delantera del Prototipo 3	41
Figura 27. Vista delantera del Prototipo 4	42
Figura 28. Sistema electrónico ISIS PROTEUS	44
Figura 29. Izquierda PCB ARES. Derecha negativo para insoladora	45
Figura 30. PCB terminada con componentes soldados en estaño	45



Figura 31. Fresadora	46
Figura 32. Protectores de los vasos	47
Figura 33. Equipo vista del frente	
Figura 34. Vista lateral	47
Figura 32. Vista trasera	47
Figura 33. Flujograma parcial del programa	49

Indice Tablas

Tabla 1. Alternativas microcontrolador	19
Tabla 2. Criterios selección microcontrolador	19
Tabla 3. Criterios alternativas Electroválvula	25
Tabla 4. Alternativas bombas peristálticas	27
Tabla 5. Alternativas transistor	28
Tabla 6. Criterios selección transistor	28
Tabla 7. Alternativas diodo	31
Tabla 8. Criterios selección diodo	31
Tabla 9. Alternativas plástico vs acero	34
Tabla 10. Alternativas Carcasa	34
Tabla 11. Criterios de selección carcasa	34
Tabla 12. Despiece	43
Tabla 13. Presupuesto real circuito electrónico	59
Tabla 14. Presupuesto real equipo de control de bombas	60
Tabla 15. Resumen del Presupuesto real	61
Tabla 16. Presupuesto prototipo circuito electrónico	62
Tabla 17. Presupuesto prototipo equipo control de bombas	63
Tabla 18. Presupuesto prototipo equipo control de bombas, mano de obra	64
Tabla 19. Resumen del presupuesto del prototipo	64

I. Memoria

1. Objeto

La memoria recoge el proceso de diseño y creación de un sistema para controlar bombas peristálticas para el equipo de la universidad politécnica. El proyecto se divide en dos partes de características de diseño y montaje diferentes: el circuito electrónico y código; y la estructura o carcasa donde se albergaran todos los componentes. Los materiales utilizados son de bajo coste para reducir el presupuesto.

El prototipo obtenido, tiene como objetivo final ser incorporado en el equipo de la Universidad Politécnica de Valencia para la utilización en el análisis de transistores orgánicos.

2. Justificación del proyecto

2.1. Cómo funciona un Transistor

El principio de funcionamiento del transistor es similar al de un diodo, pero esta vez tenemos control sobre el flujo de corriente que lo atraviesa, por ello tiene tres contactos, dos actúan como entrada y salida de la corriente, mientras que el tercero controla el flujo entre los dos primeros.

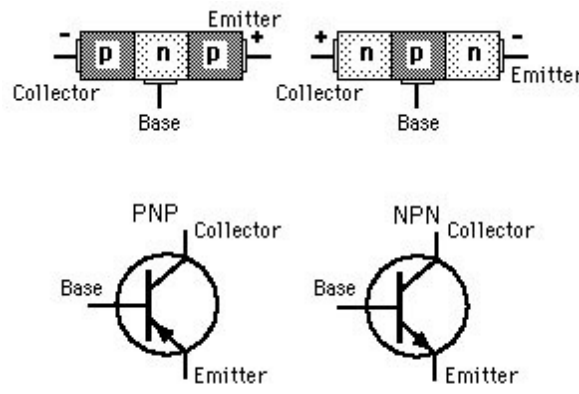


Figura 1. Composición de los transistores

Los transistores tienen tres etapas de funcionamiento, que describimos más abajo:

1 Zona Activa: aquí el transistor opera como un amplificador, que es controlado por la corriente que se aplica a la base, donde pequeños aumentos de corriente en la base se traducen en un gran aumento en el colector. En este caso el conjunto base-emisor está polarizado de forma directa mientras que el conjunto base-colector está polarizado de forma inversa.

2 Zona de Saturación: el transistor opera como una resistencia, ya que la base-colector está polarizada de forma directa, es decir, el terminal positivo está conectado al semiconductor tipo P y el negativo al semiconductor tipo N. En este estado, un aumento de corriente en la base no produce un aumento de corriente en el colector, ya que esta depende única y exclusivamente de la tensión reinante entre el emisor y el colector, operando como un interruptor en estado cerrado.

3 Zona de Corte: acá, en la base del transistor no hay intensidad, por lo que en el emisor y colector tampoco la hay y la única tensión que se mide en estos es la de la fuente de energía, por lo tanto podemos decir que en este estado el transistor es un interruptor abierto.

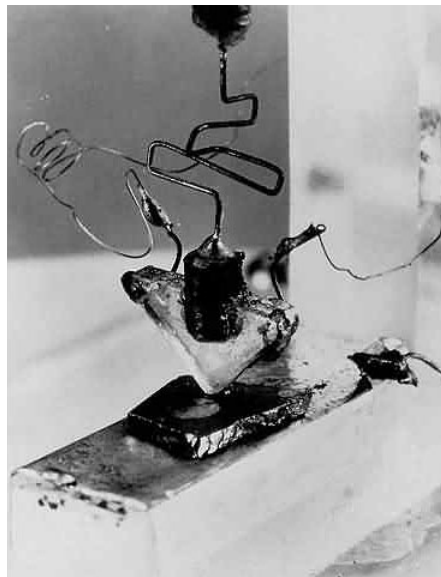


Figura 2. Primer transistor funcional.

Tipos de transistores

Existen cuatro conocidos grupos de transistores que pasamos a revisar a continuación, indicándoles qué tipos existen para cada familia. Cabe señalar que es prácticamente imposible nombrar y definir todos los tipos de transistores sin que la audiencia se nos quede dormida, así que para facilitarles el trabajo es que les mostramos este pequeño diagrama que intenta destacar los tipos de transistores más utilizados.

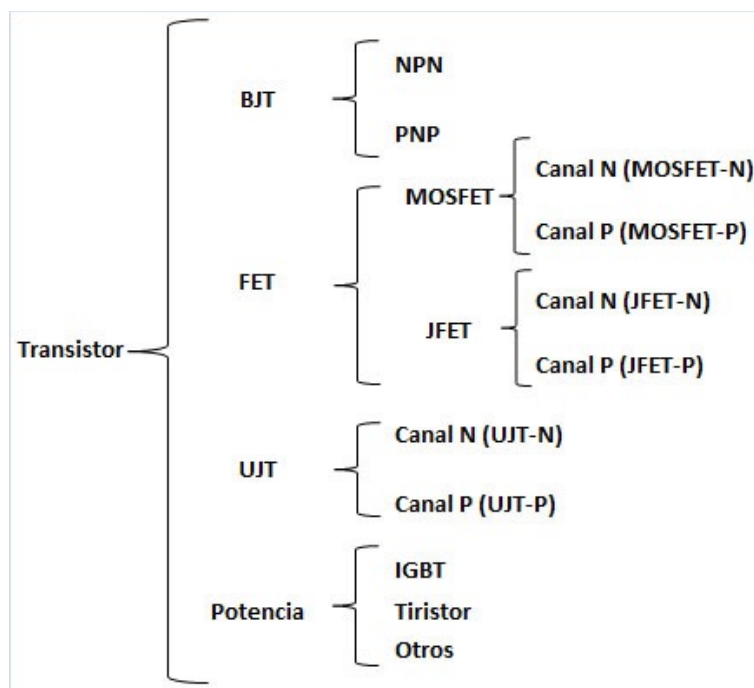


Figura 3. Familias de transistores.

Uno de los tipos de transistores que actualmente más difusión tiene en la electrónica es el MOS (Metal-Oxide-Semiconductor), responsable de los transistores n-MOS, p-MOS y CMOS. Esta familia de transistores es la que puebla en mayor proporción nuestros gadgets, computadores y todo tipo de aparatos electrónicos y es la que ha dado pasos agigantados en mejoras como la disminución de tamaño, materiales, vida útil, consumo energético, disipación térmica, etcétera.

2.2. Transistor orgánico

Son transistores que utilizan moléculas orgánicas en lugar de Silicio para su material activo. Este puede estar compuesto por una amplia variedad de moléculas.

Los transistores orgánicos en el que se centra el estudio de la universidad son transistores que tienen el mismo principio de funcionamiento que los transistores Mosfet de deplexión.

Un transistores orgánicos (OFET) es un transistor de efecto de campo que utiliza un semiconductor orgánico en su canal. Los OFETs se pueden preparar ya sea por evaporación al vacío de pequeñas moléculas, por solución de colada de polímeros o moléculas pequeñas, o por transferencia mecánica de una capa orgánica de una sola cristalina pelado sobre un sustrato. Estos dispositivos se han desarrollado debido a su bajo costo y aplicación en los productos electrónicos de gran superficie y la electrónica biodegradable. La geometría del dispositivo más comúnmente usado es la de puerta inferior de drenaje y fuente de electrodos, porque esta geometría es similar al transistor de silicio de película delgada (TFT) crecido térmicamente con SiO₂ como dieléctrico de puerta. Los polímeros orgánicos, tales como poli (metil-metacrilato), también se pueden utilizar como dieléctrico.

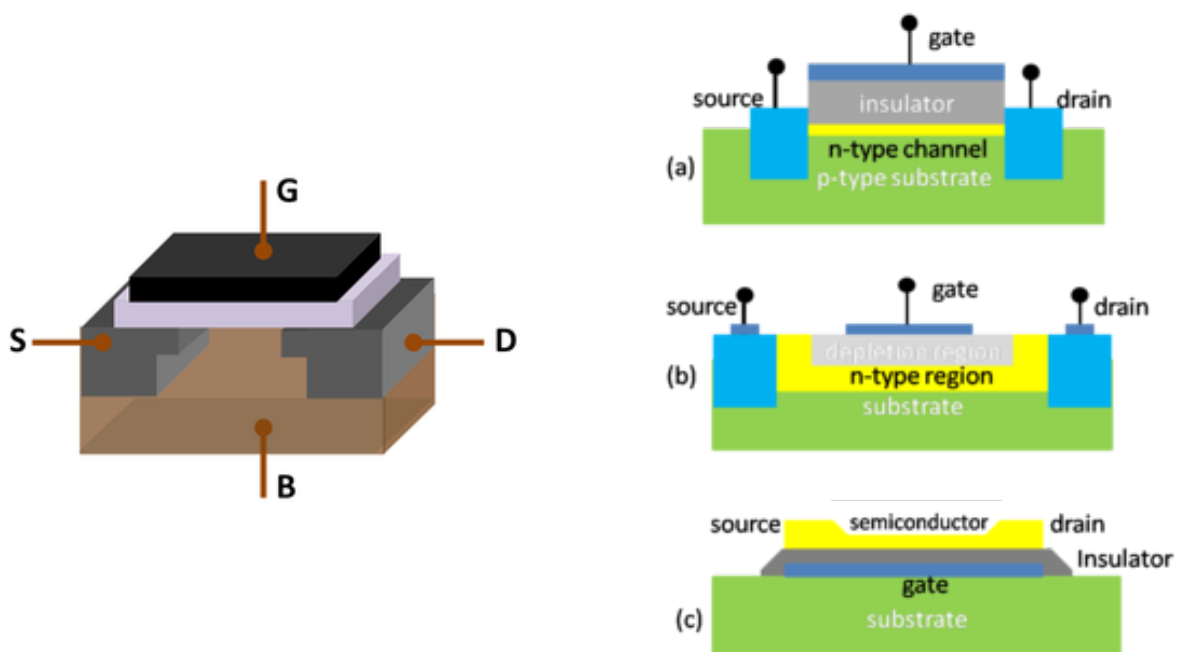


Figura 4. Izquierda transistor MOSFET, derecha transistor OFET.

2.3. Estación controladora antigua

La universidad dispone de una pequeña estación manual para el análisis de estos pequeños transistores.

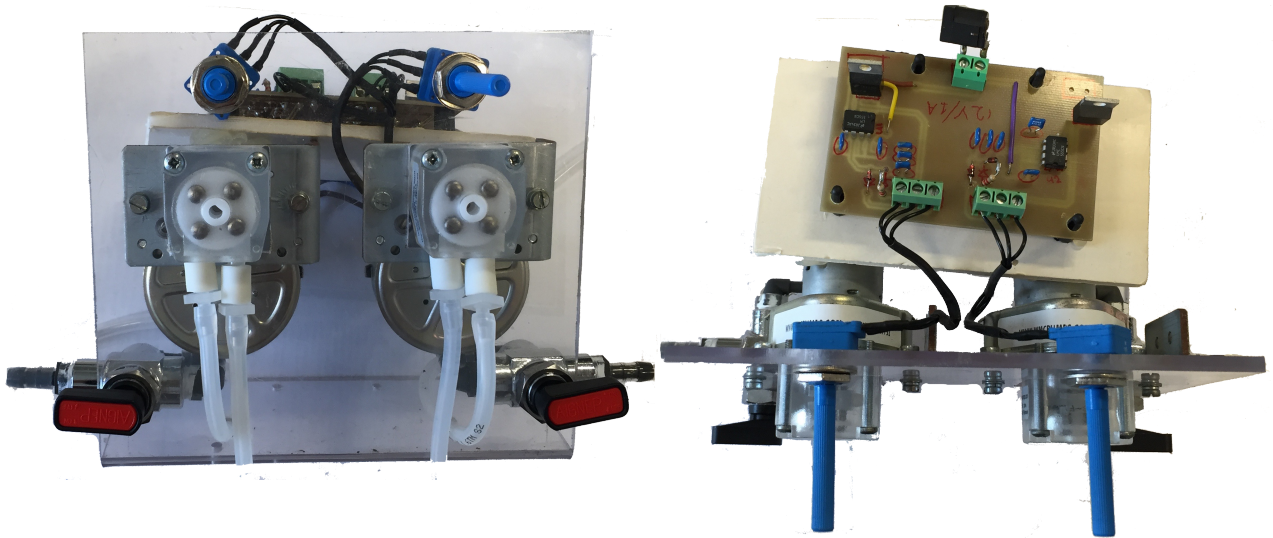


Figura 5. Estación controladora antigua

Esta estación está compuesta por dos bombas peristálticas, que son las encargadas de hacer circular los fluidos por todo el circuito y dos válvulas manuales, las cuales dirigen el fluido por el circuito deseado.

En cuanto a la electrónica, el ajuste de la velocidad de las bombas se realiza mediante dos potenciómetros situados en la parte frontal, este ajuste se realiza de manera intuitiva, ya que no se dispone de ningún tipo de lector o pantalla que nos indique el valor deseado.

Mi función será el rediseño de esta estación, incorporando más automatismo a la aplicación.

2.4 Justificación del proyecto

En la actualidad es un hecho la evolución de la tecnología, de los aparatos electrónicos y los componentes de estos. De forma que es necesario analizar algunos de estos componentes nuevos para su correcta funcionalidad e incorporación en las nuevas tecnologías.

Son estos motivos los que hacen interesante el desarrollo de este proyecto, para obtener así un sistema electrónico que facilite la tarea de circulación de los fluidos necesarios en este proceso y poder llevar a cabo los estudios pertinentes por la universidad.

3. Factores a considerar

El apartado que se desarrolla a continuación tiene como objetivo presentar las necesidades del encargo. Estos elementos constituyen los principales factores a considerar para el diseño y construcción del producto.

3.1. Condiciones de encargo

Después de analizar las características de utilización del producto, se definen los requisitos oportunos para su diseño y construcción.

3.1.1. Factores técnicos

- Electrónicos:

Diseño del circuito de control estará basado en un microcontrolador de la familia PIC, fabricado por Microchip, o AVR, fabricados por Atmel, a elección propia.

El circuito estará lo más alejado posible del sistema hidráulico, por razones de seguridad y correcto funcionamiento.

El sistema incluirá elementos para la visualización y elección de algunos parámetros, así como indicar su estado y funcionamiento: botones de selección y pantalla LCD.

- Geométricos:

El sistema será lo más compacto posible, además será manejable y ligero.

- Funcionales:

El sistema incorporará un menú donde el usuario deberá ser capaz de seleccionar cualquiera de los tres circuitos hidráulicos y la velocidad de las bombas.

El sistema de envase de los fluidos tendrán un envolvente a modo de protección.

El sistema tendrá un sistema de limpieza mediante agua destilada, que se realizará de forma automática.

3.1.2. Factores económicos

Se utilizarán componentes de bajo coste intentando ahorrar lo máximo, pero sin que la calidad de estos se vea afectada.

4. Elección de los componentes

Se han tratado, de acuerdo a las necesidades, varias opciones de solución. Para cada componente se hace un análisis de sus ventajas y desventajas, basado en sus características físicas o eléctricas, y el precio.

La selección de los componentes se hace de acuerdo a la suma de ratios, porque las características analizadas tienen el mismo nivel de importancia relativa. En este proceso se evalúa cada característica del componente entre 1 y 5 puntos. Luego se suman todas las evaluaciones para el mismo componente y se selecciona aquel de mayor calificación total.

4.1. Microcontroladores

Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

4.1.1. Alternativas

El microcontrolador es una de las partes principales del proyecto, así que será muy importante su correcta selección. En la siguiente tabla se muestran algunas de las características deseadas que debe tener nuestro microcontrolador:

Microcontrolador	RAM (bytes)	Frecuencia reloj	EPROM	Precio (€)
PIC16F88	1400	31 - 8 MHz	2048	4,30
68HC11F1	1024	3 MHz	4096	14,5
Atmega328	2000	16 MHz	1000	3,30

Tabla 1. Alternativas microcontrolador

4.1.2. Criterios de selección

Microcontrolador	Simplicidad de código	Versatilidad	Precio	Total
PIC16F88	3	4	4	11
68HC11F1	2	5	1	8
Atmega328	5	4	4	13

Tabla 2. Criterios selección microcontrolador

Se utilizará el Atmega328 como microcontrolador para nuestro proyecto, el PIC también era una buena opción para poder implementarlo, pero viendo la gran simplicidad de código que ofrece el Atmega nos decantamos por este.

El microcontrolador Atmega328 nos ofrece una placa electrónica muy conocida llamada Arduino. Arduino es una plataforma de hardware libre, basado en un placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo. Las principales ventajas de Arduino son:

- Se programa en el lenguaje de programación Processing/Wiring que es muy similar a C.
- Es una plataforma que disfruta de una gran popularidad y que va en aumento. Esto hace que haya una gran cantidad de información disponible en internet.
- Es una plataforma realmente potente, se pueden hacer muchísimas cosas con Arduino.

Entre muchas de las placas Arduino, estas son algunas que utilizan el microprocesador Atmel328:

4.1.2.1. Arduino Duemilanove

Arduino Duemilanove es una placa con microcontrolador basada en el ATmega328.

Es una plataforma open hardware de computación basada en una placa de E/S a la que se le pueden conectar diferentes sensores y un entorno de programación que implementa el lenguaje Processing /Wiring.

Tiene 14 pines con entradas/salidas digitales (6 de las cuales pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal oscilador a 16Mhz, conexión USB, entrada de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reset.

Contiene todo lo necesario para utilizar el microcontrolador; simplemente conectando al ordenador a través del cable USB la placa para empezar a trabajar con él.

Los pines de 5V son capaces de suministrar y absorber una corriente de 40mA.

La placa tiene un pin de 5V que podemos utilizar para alimentar los sensores. Este pin no tiene la restricción de los 40mA, está conectado al MC33269 y puede dar hasta 800mA.

Esta es una de las grandes ventajas de Arduino, que nos proporciona una fuente de 5V muy potente con la que alimentar los sensores.

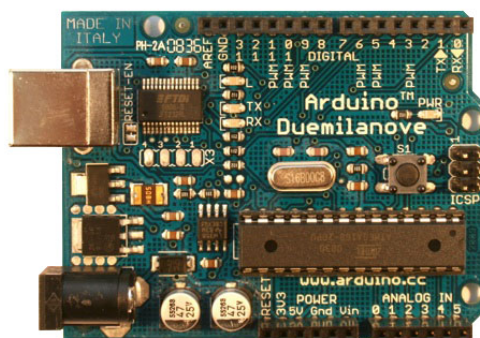


Figura 6. Arduino Duemilanove

4.1.2.2. Arduino UNO

Arduino Uno es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega328. Lleva 14 entradas/salidas digitales y 6 de estas pueden utilizarse para salidas PWM. Además lleva 6 entradas analógicas, un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP y un pulsador para el reset. La placa lleva todo lo necesario para soportar el microprocesador.

Para empezar a utilizar la placa sólo es necesario conectarla al ordenador a través de un cable USB, o alimentarla con un adaptador de corriente AC/DC. También puede alimentarse sencillamente con una batería.

Una de las características principales de la UNO es que no utiliza el convertidor USB-serial FTDI. Por lo contrario, ofrece el microprocesador Atmega8U2 programado como convertidor USB-serial.

"UNO" es el nombre que ha sido elegido para el próximo lanzamiento de Arduino 1.0. Desde ahora en adelante Arduino UNO y la versión 1.0 serán las referencias para Arduino. UNO es la última de una serie de placas Arduino USB y el modelo de referencia para la plataforma Arduino.

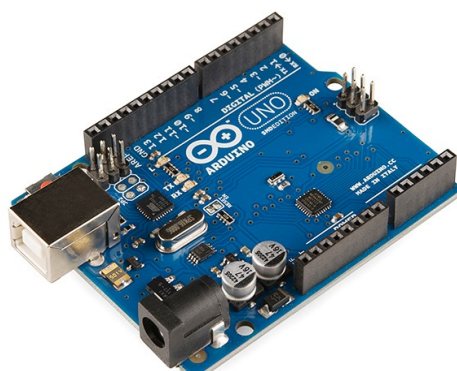


Figura 7. Arduino UNO

4.1.2.3. Arduino NANO

El Arduino Nano es una pequeña y completa placa basada en el ATmega328 (Arduino Nano 3.0) o ATmega168 (Arduino Nano 2.x) que se usa conectándola a una protoboard. Tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino Duemilanove, pero con una presentación diferente. No posee conector para alimentación externa, y funciona con un cable USB Mini-B en vez de el cable estándar.

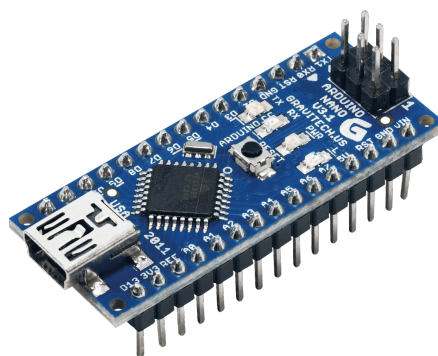


Figura 8. Arduino NANO

4.1.2.4. Arduino PRO MINI

El Arduino Pro Mini 328 es una placa con un pequeño microcontrolador, basado originalmente en el ATmega168 , pero ahora se suministra con el 328, destinado a montarse en placas base y cuando el espacio es primordial. Cuenta con 14 entradas / salidas digitales pines (de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas PWM), 8 entradas analógicas, y una de 16 MHz del oscilador de cristal. Se puede utilizar con USB / Serial converter para la programación.

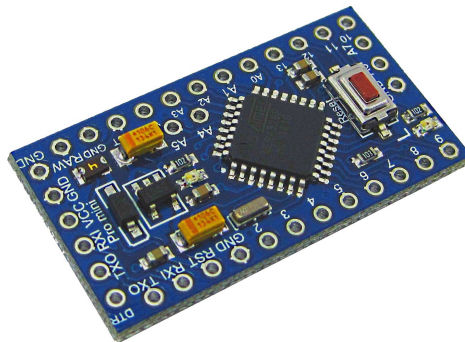


Figura 9. Arduino PRO MINI

4.1.3. Justificación de la solución adoptada

En este proyecto se va a utilizar la placa Arduino UNO, la diferencia con Arduino Duemilanove es que esta es más actual y presenta diversas mejoras con su predecesora como es el chip Serie/USB que ahora dispone de un USB Vendor ID lo cual hace que no se necesite de ningún driver al conectarlo al equipo.

Respecto a la diferencia con las otras dos placas que hemos presentado anteriormente es el tamaño que son mucho mas pequeñas que el Arduino UNO. Lo que hace que nos decantemos por esta y no las otras dos es la gran posibilidad de conectarle shields, las cuales nos facilitaran mucho el trabajo como mas adelante veremos.

Las shields son placas de circuitos modulares que se montan unas encima de otras para dar funcionalidad extra a un Arduino, estas nos permite ampliar el hardware/capacidades de Arduino.

4.2. Electroválvulas

Una electroválvula también conocida como válvula solenoide de uso general es una válvula que abre o cierra el paso de un líquido en un circuito. La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo.

Tipos de electroválvulas

- Acción directa:

En esta familia de válvulas el flujo electromagnético actúa directamente en el émbolo que cierra o abre el orificio permitiendo que el líquido pase o pare (presión mínima requerida = 0 bar)

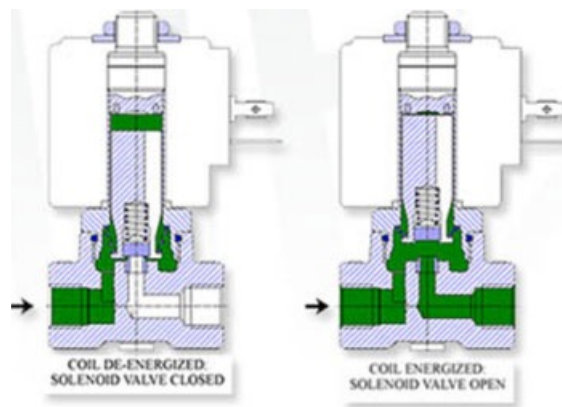


Figura 10. Electroválvula acción directa

- Acción indirecta

El orificio principal es abierto por el desequilibrio entre las presiones en las superficies del diafragma superior e inferior (o del pistón). Cuando se energiza la bobina el movimiento del émbolo causa la apertura del orificio de piloto y descarga el compartimiento superior del diafragma: el desequilibrio de la presión mueve el diafragma que abre el orificio principal (la presión mínima requerida es de 0,2 bar).

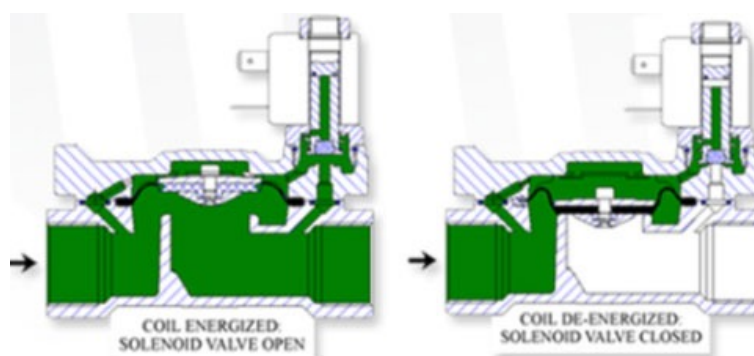


Figura 11. Electroválvula acción indirecta

- Acción mixta

En esta familia de válvulas la abertura del orificio principal es efectuada por el desequilibrio de presiones entre el cuerpo superior y el inferior combinando con la acción directa del émbolo que está fijo al diafragma mediante un resorte (presión mínima requerida = 0 barras)

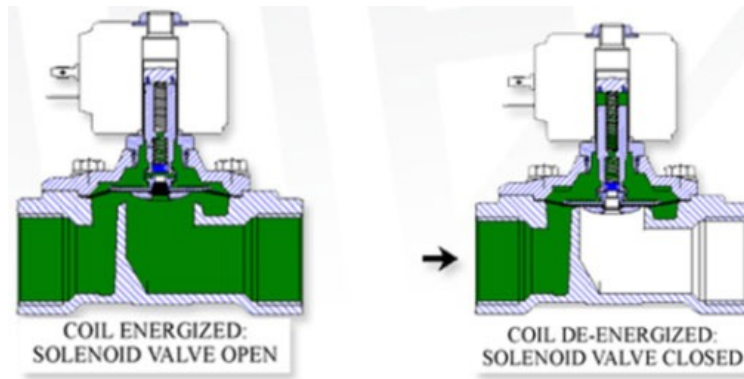


Figura 12. Electroválvula acción mixta

Número de vías en las electroválvulas

Las **válvulas de 2 vías**, son las válvulas más conocidas ya que tienen una entrada y una salida.

Las **válvulas de 3 vías** tienen una entrada, una salida y un escape, tal como se muestra en la siguiente imagen:

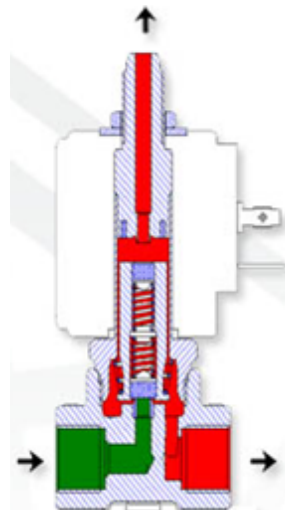


Figura 13. Electroválvula 3 vías

Normalmente cerrada o normalmente abierta

Las válvulas de acción directa e indirecta pueden ser normalmente cerrada (NC) o normalmente abierta (NA).

Las válvulas normalmente cerradas, no dejan pasar el fluido cuando están en reposo y cuando son energizadas se abren dejando pasar el fluido. Por otro lado las válvulas normalmente abiertas dejan pasar el fluido cuando están en reposo y al momento de energizarlas se cierran impidiendo el paso.

4.2.1. Alternativas

En el mercado se encuentran una gran variedad de electroválvulas de distintos tamaños, distintos voltajes y distintos precios atendiendo a la calidad de los materiales. En el caso de las electroválvulas hemos comparado 3 entre una gran cantidad de ellas.

Electrovalvula	Voltage	Potencia	T conmutación max (ms)	Precio (€)
Burkert 0330 T	24 V DC	8 W	20	137,00
M&M 26707	24 V DC	7 W	---	71,63
EMVP 15	24 V DC	5 W	90	150,00

Tabla 3. Criterios alternativas Electroválvula

4.2.2. Justificación de la solución adoptada

La electroválvula que vamos a utilizar en nuestro proyecto es la de la marca Burkert en concreto el modelo 0330 T, ya que era la que se encontraba en el laboratorio y el profesor nos facilitó.

Después de un pequeño análisis y comparación con otras marcas, creo que esta electroválvula cumple con las especificaciones que nuestro proyecto requiere, además la disposición de dos ellas es un gran ahorro económico, de mucha ayuda para reducir el presupuesto debido al alto precio de estas y la necesidad de utilizar dos.

4.3. Bombas peristálticas

Definición

La bomba peristáltica es un tipo de bomba de desplazamiento positivo, es decir, tiene una parte de succión y otra de expulsión, por lo que es utilizada para bombear una gran variedad de fluidos. El fluido es transportado por medio de un tubo flexible colocado dentro de una cubierta circular de la bomba.

Principio de funcionamiento

Las bombas peristálticas operan de forma similar a la estrategia que utilizan los cuerpos de los seres vivos para desplazar líquidos en su interior. Se comprime un conducto flexible desplazando el contenido a medida que la compresión va avanzando por el conducto. Es similar a lo que ocurre cuando presionamos un tubo de dentífrico o pintura. Para emular el movimiento muscular progresivo, el mecanismo más utilizado está compuesto de 2 o 3 rodillos que giran en un compartimiento circular comprimiendo en forma progresiva una manguera especial flexible. Los rodillos son solidarios a través de algún mecanismo con el eje de un motor, de manera que al girar el mismo, los rodillos presionan la manguera en forma progresiva y hacen avanzar el contenido dentro de la misma. Es interesante que en este sistema nunca el contenido que está siendo bombeado está en contacto con el mecanismo, sólo con el interior del conducto. El bombeo además puede ser tan lento como uno lo desee. En la siguiente figura podemos ver un ejemplo con un sistema de 3 rodillos.

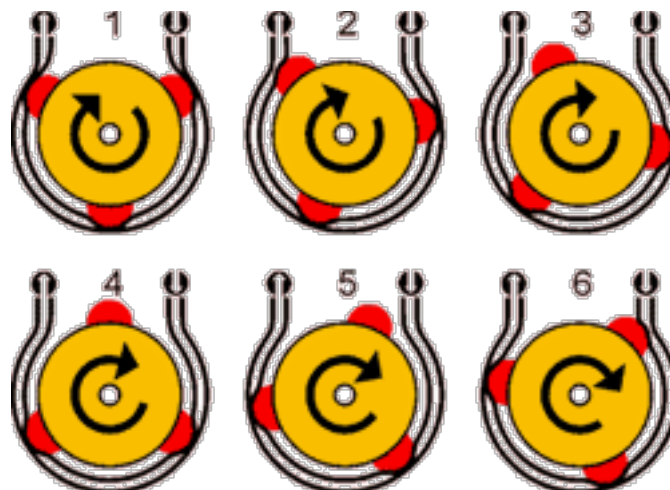


Figura 14. Funcionamiento bombas peristálticas



Hay que notar que en ningún momento los rodillos dejan de presionar la manguera en al menos un punto. Esto es importante ya que si en algún momento los cilindros dejaran de presionar el conducto el líquido podría retroceder. El sentido de rotación del motor determina la dirección del flujo del contenido.

El volumen de contenido desplazado por la bomba en cada vuelta, dependerá del diámetro interior del conducto utilizado y del aplastamiento sufrido en el mismo por los rodillos.

Clasificación de las bombas peristálticas

Las bombas peristálticas se fabrican, según las necesidades específicas de su aplicación, en diferentes combinaciones de tubos flexibles, rodillos y demás elementos.

- Bombas peristálticas de alta presión: Pueden operar con hasta 16 bar,
- Bombas peristálticas de baja presión: Generalmente tienen cubiertas secas y usan rodillos, además de tuberías no reforzadas.

4.3.1. Alternativas

En el caso de las bombas peristálticas, se buscará una que tenga un motor de 12 V DC incorporado, se tendrá en cuenta variables como la intensidad de consumo y las RPM de los motores. El tamaño no será una variable a tener en cuenta en un principio, pero si la bomba es de menor tamaño más fácilmente podrá ser integrada en el prototipo.

Bomba	RPM	Rollers	I (mA)	Precio (€)
Williamson 100 series	150	4	400	40,93
Damova Bomba Peristálticas MPC-3	86	3	4000	---
KAS B06 SF 3	250	3	500	52,88

Tabla 4. Alternativas bombas peristálticas

4.3.2. Justificación de la solución adoptada

La bomba peristáltica que se va a utilizar en el proyecto es la Williamson 100 series 0330 T con el motor DC incorporado, de igual modo que la electroválvula esta era la que se encontraba en el laboratorio y se utilizaba en la anterior estación de control. Lo cual también ayuda en la reducción del presupuesto para el proyecto.

4.4. Transistor

Respecto al transistor buscaremos un transistor MOSFET, que utilizaremos para amplificar las señales de control. El voltaje máximo que manejamos es de 24 V por lo que será un dato muy importante a tener en cuenta.

Los transistores MOSFET o Metal-Oxido-Semiconductor (MOS) son dispositivos de efecto de campo que utilizan un campo eléctrico para crear una canal de conducción.

4.4.1. Alternativas

Transistor	V_{DSS} (V)	I_D (A)	R_{DS} (Ω)	Precio (€)
IRF510	100	5,6	0,54	2,58
ZVN4306A	60	1,1	0,33	1,36
IRFZ44	55	49	0,17	5,42

Tabla 5. Alternativas transistor

4.4.2. Criterios de selección

Transistor	V_{DSS} (V)	I_D (A)	Precio (€)	Total
IRF510	5	3	2	10
ZVN4306A	4	2	5	11
IRFZ44	3	5	1	9

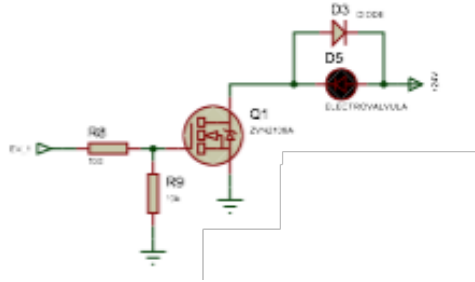
Tabla 6. Criterios selección transistor

4.4.3. Justificación de la solución adoptada

El transistor que se elige después de analizar la tabla anterior es el modelo ZVN4306A, como se observa, los dos anteriores tienen unas prestaciones superiores en cuanto a intensidad soportada, pero 1.1 A es más que suficiente para el proyecto, debido que los componentes a los que van conectados no tienen tanta demanda de corriente, además de esto, este transistor es el más barato de los 3 por lo cual podemos tener un poco de ahorro por esta parte.

A continuación se exponen los cálculos de la potencia disipada por el transistor, esta potencia no puede ser superior a 850 mW

Calculo para las electroválvulas



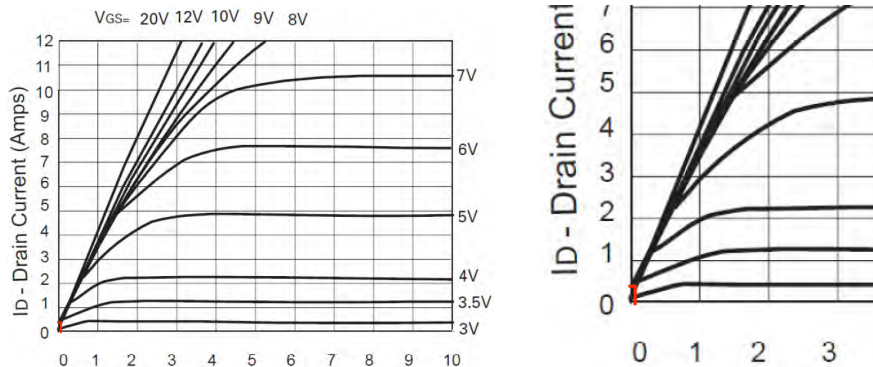
La tensión que suministra el Arduino es de 5 V, por lo tanto V_{GS}

$$V_{GS} = \frac{5V * R9}{R8 + R9} \qquad V_{GS} = \frac{5V * 4700 \Omega}{100 \Omega + 4700 \Omega} = 4,8958 V$$

La I_d será igual a la intensidad demandada por la electroválvula

$$I_D = \frac{P}{V} = \frac{8 \omega}{24 V} = 0,333 A$$

De la gráfica de características del transistor obtenemos V_{DS} para el calculo de disipación del transistor.



Como son valores difíciles de obtener hacemos una interpolación lineal para obtener V_{DS} para una I_D conocida.

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)}$$

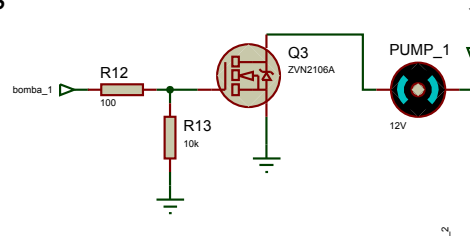
Siendo: $y = 0,333$
 $y_0 = 0$
 $y_1 = 2$
 $x_1 = 0,5$
 $x_0 = 0$

$$x = 0,08325$$

Por lo tanto la potencia que tiene q disipar el transistor es de

$$P_{disipada} = I_D * V_{DS} = 0,0277 \omega$$

Calculo para las bombas



La tensión que suministra el Arduino es de 5 V, por lo tanto V_{GS}

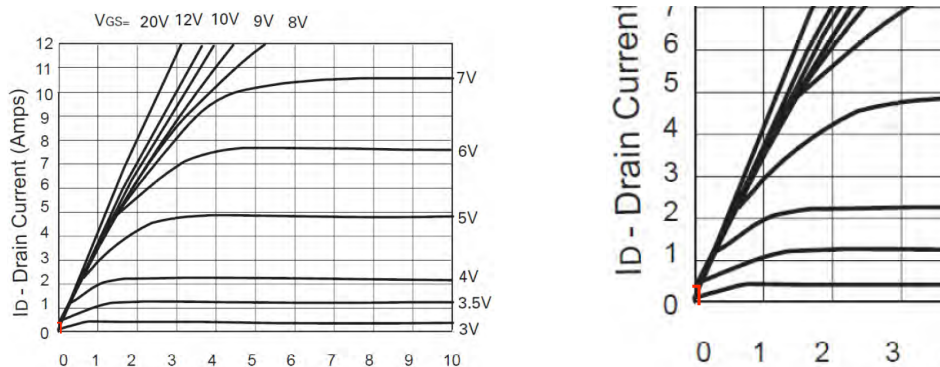
$$V_{GS} = \frac{5V * R13}{R12 + R13}$$

$$V_{GS} = \frac{5V * 4700 \Omega}{100 \Omega + 4700 \Omega} = 4,8958V$$

La I_d será igual a la intensidad demandada por la bomba que son 400 mA

$$I_D = 0,4A$$

De la gráfica de las características del transistor obtenemos V_{DS} Para el calculo de disipación del transistor.



Como son valores difíciles de obtener hacemos una interpolación lineal para obtener V_{DS} para una I_D conocida.

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} y &= 0,4 \\ y_0 &= 0 \\ y_1 &= 2 \\ x_1 &= 0,5 \\ x_0 &= 0 \end{aligned}$$

$$x = 0,1$$

Por lo tanto la potencia que tiene q disipar el transistor es de

$$P_{disipada} = I_D * V_{DS} = 0,04 \omega$$

4.5. Diodos

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos.

4.5.1. Alternativas

Para esta aplicación, la cual se trata de la protección de las corrientes generadas por las bobinas de las electroválvulas, se a hecho un análisis de los diodos en el mercado y se ha obtenido que los más apropiados son los siguientes:

Diodo	R_{thJA} (K/W)	V_R (V)	I_o (A)	Precio (€)
1N4148	300	75	0,15	0,13
1n4001-1n4007	100	50	1	0,17
UF4007	333,15	1000	1	0,37

Tabla 7. Alternativas diodo

4.5.2. Criterios de selección

Diodo	V_R (V)	I_o (A)	Precio (€)	Total
1N4148	4	2	5	11
1n4001-1n4007	2	4	4	10
UF4007	4	4	2	10

Tabla 8. Criterios selección diodo

4.5.3. Justificación de la solución adoptada

Respecto a los diodos como se puede observar han obtenido una puntuación parecida, esto es debido que la aplicación del diodo en el proyecto no va a necesitar de tanta potencia como estos diodos ofrecen, al final me he decantado por el 1N4148, debido a que la intensidad a circular por él no será tan alta y no se necesitarán diodos tan robustos como los anteriores.

4.6. Carcasa

Como no se especifica por parte del profesor como tiene que ser la carcasa del proyecto se decide que se hará una búsqueda de las cajas de uso general que se encuentran en las tiendas on-line y se elegirá la que mejor acople al proyecto. En un principio se pensó en la realización a medida, pero se optó por la compra por la simplicidad de esta.

La carcasa del proyecto tenía que tener unas medidas mínimas de 200x200x100 mm, para poder incorporar todos los componentes, no importando cual era el ancho, largo o profundidad puesto que se podía girar a gusto nuestro.

Después de una búsqueda primaria se observó que la mayoría de cajas están hechas de materiales como plástico o acero(incluyendo sus aleaciones), por lo cual se hace una comparativa con los diferentes tipos de trabajos para el mecanizado de la carcasa y así poder definir el material de búsqueda de esta.

Plástico

Hoy en día hay cientos de plásticos de uso común. Los plásticos más usados son: plástico acrílico, PC, PET, PVC y policarbonato.

Este material es una buena opción para la construcción de nuestra carcasa por que es muy fácil de trabajar con él. A continuación vamos a explicar como se realizan las principales operaciones de mecanizado con el plástico.

Doblado

Para doblar o moldear el plástico es necesario calentarlo previamente a una temperatura que lo haga maleable sin llegar a hacerlo fluido y luego se dobla simplemente empujando con la mano. Para conseguir ángulos se dobla sobre un trozo de madera.

Unión

Las uniones pueden ser mecánicas o químicas. Las mecánicas normalmente nos permiten el desmontaje o apertura de las planchas mientras que las químicas son permanentes.

Las uniones mecánicas no son otras que las que se hacen con bisagras o tornillos.

Uniones químicas utilizando cemento acrílico. Es un pegamento que se parece más al proceso de soldadura porque lo que hace es fusionar las piezas de plástico a unir.

Cortado

El cortado del plástico es muy sencillo ya que puede hacerse simplemente con un cúter. Primero se marca el corte con la ayuda de una regla y luego se profundiza usando solamente el cúter. Cuando la profundidad es suficiente se dobla la pieza hasta cortarla.

Agujereado

El agujereado también es muy simple ya que el plástico no es un material duro. Se puede hacer con cualquier taladro.

Material Necesario

Adhesivo especial plásticos.

Cúter.

Fuente de calor.

Taladro. Uno manual sería lo más práctico ya que el espesor va a ser pequeño.

Lija.

Acero

De todos los metales disponibles el acero puede que sea uno de los más maleables de todos. Es muy resistente y tiene una gran durabilidad. Además es relativamente barato.

Doblado

Si la pieza es delgada se puede doblar sujetándola a un tornillo de banco y doblándola con la mano.

Si es más gruesa es necesario emplear una máquina especial para doblado.

Unión

Para la unión la opción más sencilla es utilizar pegamentos tipo Nural 21. Se consigue una soldadura metálica en frío de gran resistencia. También cabe la posibilidad de hacer uniones mecánicas como en los plásticos.

Cortado

Para cortar el metal es necesario una sierra o una máquina de mecanizado.

Agujereado

Se puede agujerear el metal con un taladro si se usa la broca adecuada. Si no es necesario utilizar maquinaria tipo CNC.

Material

Pegamento Nural 21

Dobladora

Sierra

Taladro eléctrico

4.6.1. Alternativas

	Plásticos	Acero
Doblado	A mano con calor	Máquina o tornillo de banco
Unión	Cemento acrílico/ Tornillería	Nural 21 / Tornillería
Cortado	Cúter / fresa	Sierra / Máquina de mecanizado
Agujereado	Taladro manual	Taladro manual

Tabla 9. Alternativas plástico vs acero

Carcasa	Material	Dimensiones	Precio (€)
BERNSTEIN / CPG-370	PET, Reforzado con Fibra de Vidrio	120x250x255 mm	65
FIBOX / PC 200/125 XHG	PC (Policarbonato)	125x180x255	43
HAMMOND / 1415F	Acero	178x203x254	42

Tabla 10. Alternativas Carcasa

4.6.2. Criterios de selección

Carcasa	Material	Dimensiones	Precio (€)	Total
BERNSTEIN / CPG-370	5	5	3	13
FIBOX / PC 200/125 XHG	4	3	5	12
HAMMOND / 1415F	1	4	5	10

Tabla 11. Criterios de selección carcasa

4.6.2. Justificación de la solución adoptada

Debido a las herramientas y máquinas disponibles en el laboratorio se opta por la utilización de una carcasa de plástico, ya que el aluminio es más laborioso de trabajar, para el mecanizado de la carcasa existe en el laboratorio una fresa industrial automática que tolera mejor el plástico, de esta manera nos facilita mucho más el trabajo del mecanizado de las piezas.

Se ha elegido la caja del fabricante BERNSTEIN por las dimensiones mas que el material o el precio, por que después de realizar unos prototipos en 3d a ordenador se observa que es la más adecuada y más flexibilidad en cuanto a posicionamiento de componentes.

5. Diseño de la estación de control

En este apartado se hace referencia a los subsistemas que componen el producto, y las piezas que forman estos subsistemas. Se explica, además, el proceso de fabricación.

5.1. Sistema y subsistemas

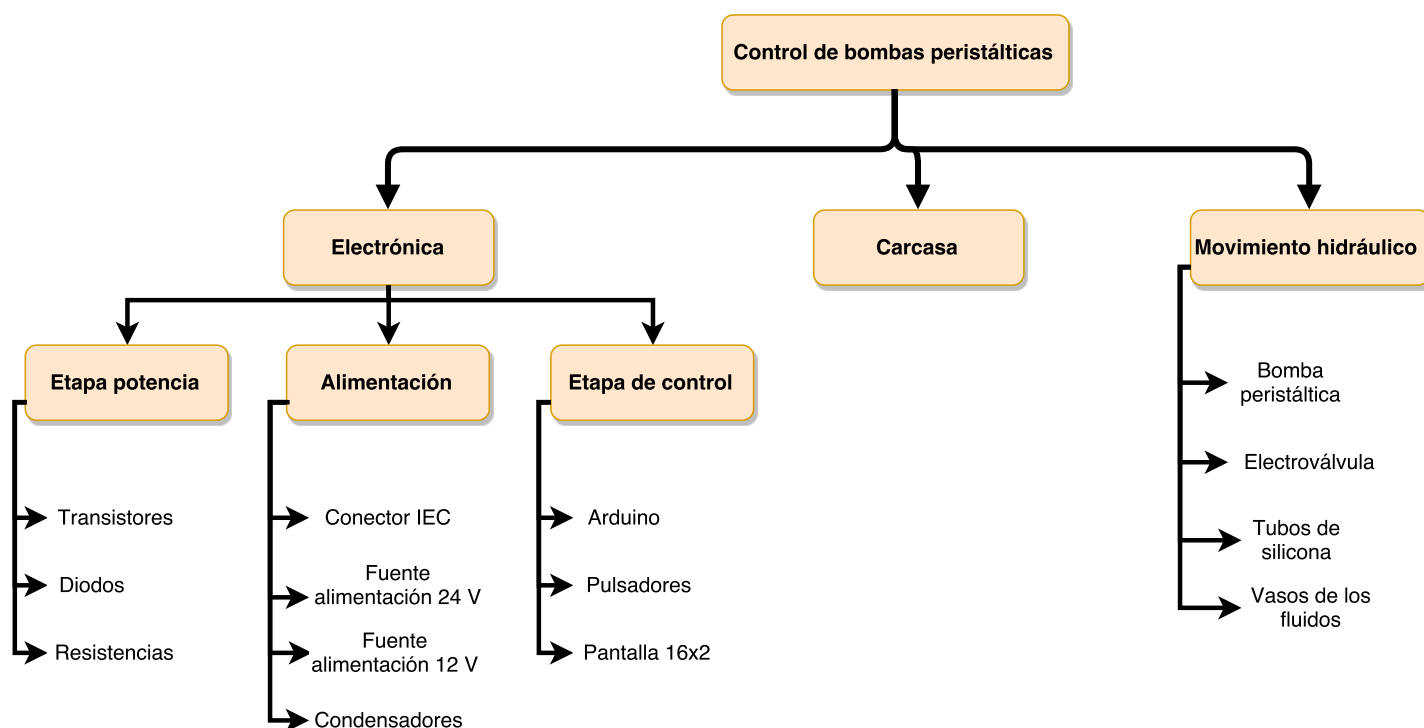


Figura 15. Organigrama técnico del proyecto

5.1.1. Electrónica

En la parte de electrónica se pueden diferenciar tres partes, etapa de potencia, alimentación y etapa de control.

La etapa de potencia se encarga del giro del motor y el accionamiento de las electroválvulas. El microcontrolador determinará que transistor debe actuar en cada caso.

El sistema es alimentado con un voltaje de red, esta tensión es transformada mediante dos fuentes de corriente continua, la primera suministra una tensión de +24 V para las electroválvulas y la segunda, conectada en serie con la anterior, suministra +12 V para el funcionamiento de los motores y el Arduino.

Las señales de control provienen de tres pulsadores que son leídas por el Arduino y mostradas al usuario mediante una pantalla LCD. Estos componentes son los principales constituyentes de la etapa de control.

5.1.2. Carcasa

La carcasa del proyecto será lo que envuelva todos los componentes para tenerlos recogidos todos en un mismo sitio, así como la protección de estos frente a golpes y facilitar el traslado de toda la estación de control.

5.1.3. Movimiento hidráulico

Esta parte es la destinada al movimiento de los fluidos por todo el sistema. Los fluidos son movidos gracias a las bombas peristálticas, los dos motores de corriente continua produce el movimiento de los 4 rollers de las bombas los cuales por vacío absorben el fluido y los mueven por todo el sistema. Las electroválvulas son las encargadas de la dirección de los fluidos pudiendo elegir uno de los dos "caminos" del sistema. Todo el sistema esta conectado mediante tubos de silicona transparentes de 4 x 8 mm que llevan los fluidos de una parte a otra. Los fluidos se recogen en tres recipientes de la marca Afora, uno de ellos para la mezcla utilizada para hacer las pruebas, otro para el agua destilada utilizada para la limpieza de todo el sistema y el último para la recogida de los fluidos residuo.

5.2. Conexiones

En este apartado se muestra las diferentes formas en que se van a conectar los componentes eléctricos.

5.2.1. Esquema de conexiones

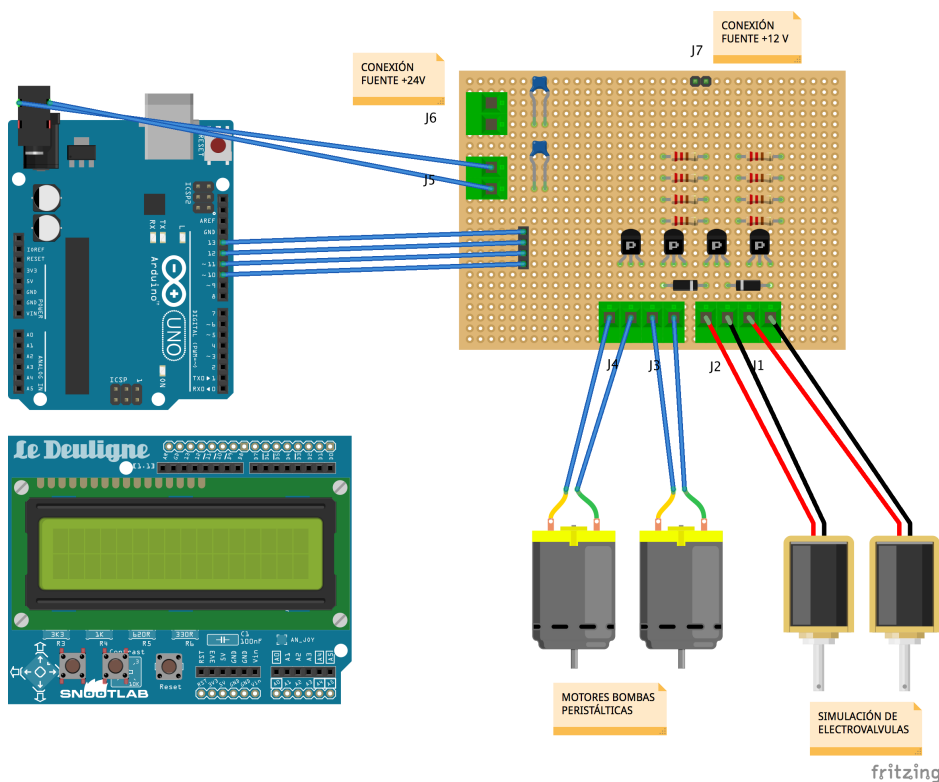


Figura 16. Esquema de conexiones

El Arduino UNO irá conectado al shield LCD mediante acople de todos sus pines sobreponiendo el shield al Arduino quedando una sujeción robusta, sin la utilización de cables, que garantiza la estabilidad del conjunto.

En la siguiente imagen se observa el conjunto.

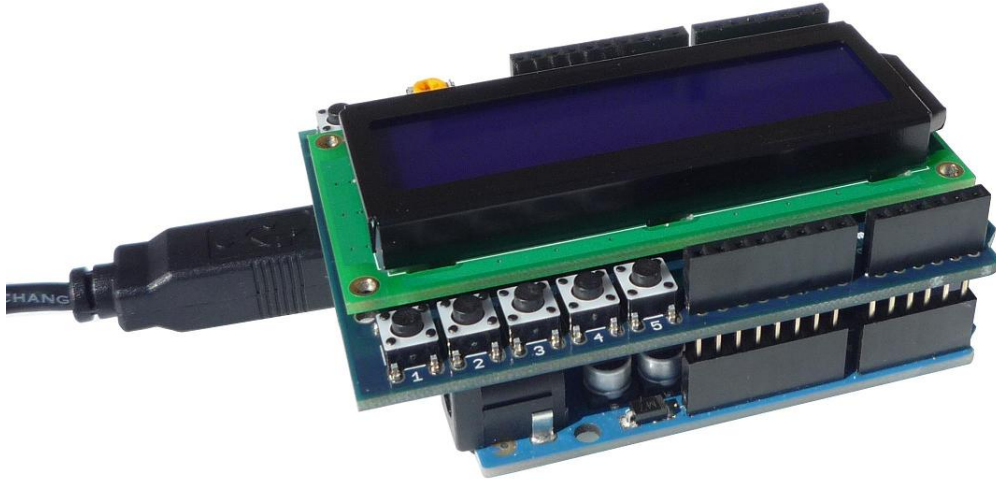


Figura 17. Conjunto Arduino y shield LCD

En los conectores J6 y J7 se conectarán las fuentes de alimentación de +24 V y +12 V respectivamente, las cuales darán la alimentación a todo el conjunto.

5.2.2. Conector IEC

El conector IEC es utilizado para alimentar a todo el conjunto con la tensión de red, que después las fuentes de alimentación se encargarán de rectificar. Además este modelo lleva un interruptor para su rápida conexión/desconexión.



Figura 18. Conector IEC

5.2.3. Conectores pin header macho y hembra

Estos conectores facilitan la rápida conexión entre componentes. Están diseñados para su colocación vertical en las placas PCB.

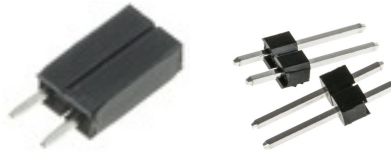


Figura 19. Pines header macho y hembra

5.2.4. Bloque terminal para PCB

Bloques de terminales para montaje en PCB de perfil bajo de la serie TERMI-BLOK con entrada de cable lateral y terminales de abrazadera roscada M3



Figura 20. Bloque terminal para PCB

5.2.5. Cables

Los cables irán conectados mediante los conectores vistos anteriormente, se utilizaran dos tipos de cables, los cables que se adquieren con pines macho y hembra para montar directamente en placas PCB y cable hecho por hilos los cuales hay que cortar a la longitud deseada.

Se seguirá el siguiente código de colores para evitar confusiones:

Rojo: VCC
Negro: GND
Amarillo/Verde: Tierra, Protección
Otros colores: Señales de control.

Estos cables son bastante caros además de tener que comprar grandes cantidades. Por suerte el laboratorio dispone de los dos modelos y no es necesaria su compra.



Figura 21. izquierda cables con pines Arduino.— Derecha bobina de hilo

5.2.6. Funda termoretráctil

La funda termoretráctil es una película, con distintas formas y tamaños, que cuando se somete a una fuente de calor, se retrae hasta aproximadamente un 50 % del tamaño inicial, con gran adhesión al objeto alrededor del cual se envuelve.



Figura 22. Funda termoretráctil

5.2.7. Placa PCB virgen

Una placa para la realización de circuitos impresos consiste en una plancha base aislante sobre la cual se ha depositado una fina lámina de cobre que está firmemente pegada a la base aislante. Mediante la insolación y un proceso químico que más tarde describiremos se imprimen los circuitos eléctricos en ella.



Figura 23. Placa de cobre virgen

5.3. Análisis de Prototipos

Se van a analizar distintos diseños para el proyecto que he ido haciendo hasta la elección final. De cada uno se señalarán pros y contras que podemos observar en ellos y las mejoras que se podrían realizar.

El criterio que se ha seguido para el diseño de todos los prototipos ha sido incorporar todos los elementos dentro de la carcasa elegida de una manera uniforme y accesible en la medida de lo posible.

5.3.1. Prototipo 1

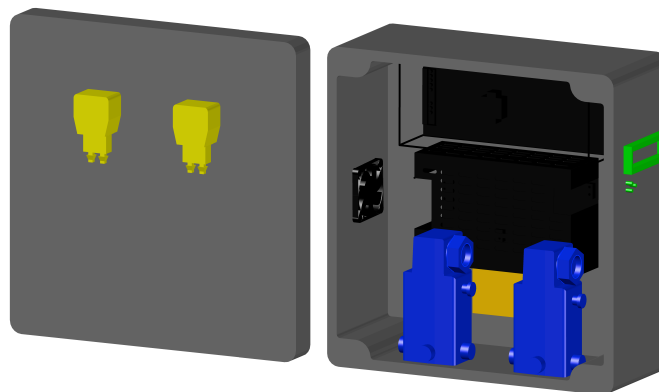


Figura 24. Vista delantera del Prototipo 1

Este es el primer prototipo que se realizó sin saber las características de la fresadora del laboratorio, una vez analizadas las características se observó que no se podría realizar el hueco de la pantalla en el lateral de la caja, por lo tanto se tendría que pasar a la tapa para su realización. También se pensó en la disposición de las válvulas la cual supondría un impedimento a la hora de conectar los tubos de silicona por las entradas laterales. Respecto a las bombas tal vez hayan problemas y pueda llegar a tocar con las fuentes de alimentación. El ventilador está muy bien posicionado desde el punto de vista de la ventilación de las fuentes.

5.3.2. Prototipo 2

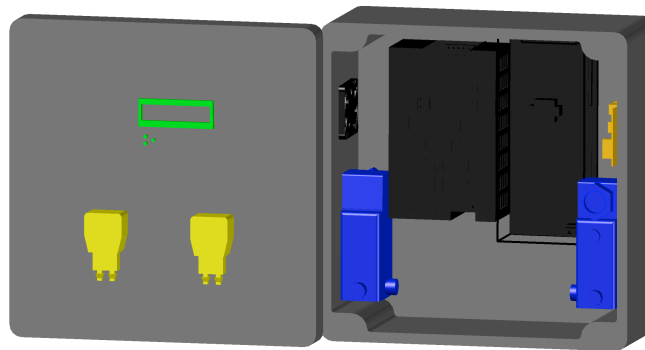


Figura 25. Vista delantera del Prototipo 2

En el segundo prototipo se cambia la disposición de la pantalla y de las válvulas. De esta manera el trabajo de realización de los huecos es mucho más fácil y rápido gracias a la fresadora, las bombas se desplazan a la parte de abajo para solucionar el problema de espacio. Las electroválvulas se disponen en los laterales, ya que el espacio para conectar los tubos de silicona no será un problema por que se puede realizar un agujero en la caja para solucionar este problema así también pasar los tubos de silicona para conectarlos en las probetas. El problema de esta disposición de las electroválvulas es la realización de los agujeros para su fijación.

5.3.3. Prototipo 3

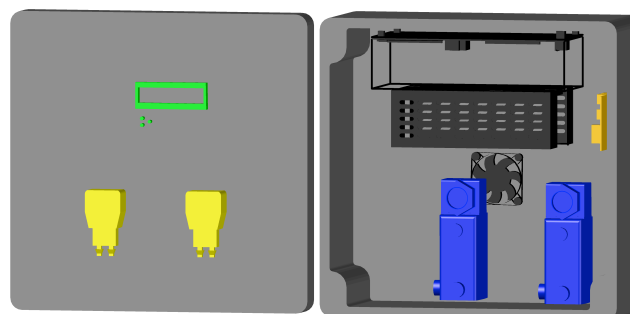


Figura 26. Vista delantera del Prototipo 3

En el tercer prototipo se mantiene la disposición de la pantalla y las bombas. Las electroválvulas, el ventilador y la fuentes se cambian de posición. La posición de las electroválvulas facilita su fijación además no interfieren con las bombas. El ventilador cambia de posición para facilitar abrir el hueco para la ventilación, no habrá problemas de sobrecalentamiento porque al ser una caja estanca el aire se moverá por toda la caja por igual, además los agujeros para la refrigeración se realizarán en la posición de las fuentes. Las fuentes se disponen de tal manera que una este enganchada con la otra de tal manera de ahorra espacio de altura para que no interfieran con las electroválvulas, esta disposición no convence ya que se podrían ocasionar cortocircuitos entre los componentes al llevar un protector metálico.

5.3.4. Prototipo 4

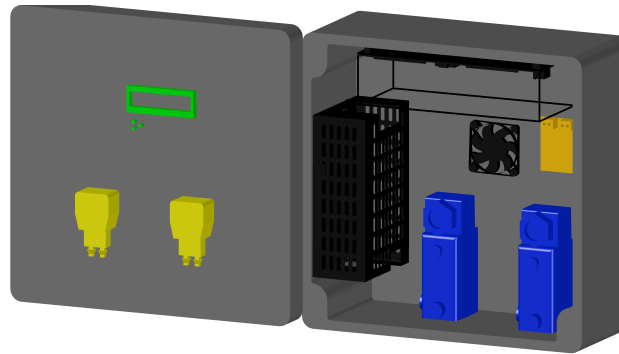


Figura 27. Vista delantera del Prototipo 4

En el último prototipo se mantienen todos los componentes en la posición anterior menos las fuentes, una de las dos fuentes, en este caso la de 12 voltios se posiciona en un lateral de la caja, con esta disposición las bombas, la fuente y las electroválvulas quedan muy ajustadas, pero después de analizar las otras alternativas esta disposición se cree que es la mejor. La conexión de los cables no tendrá dificultad porque en el interior queda mucho espacio por el cual conectar los cables.

6. Montaje

6.1. Despiece

Cantidad	Componente	Fabricante	Referencia
1	Arduino UNO	Arduino	
2	Electrovalvula 0330 T	burkert	136544
2	Bombas peristálticas 100 series	Williason	100.150.012.016/4
1	Fuente alimentación 24V	ARTESYN	NLP110 Series
1	Fuente alimentación 12V	powerbox	PD40-12
1	Pantalla LCD 16x2	powertip	PC1602ARSD
3	Pulsadores	Electro DH	8430552018772
1	Ventilador 12V	Sunon	HA40101V4-000U-999
8	Resistencia de película de carbón	RS Pro	707-7666
7	Resistencia SMD	TE Connectivity	
4	Transistor ZVN2106A	ZETEX	ZVN2106A
2	Diodo 1N4148	NXP	1N4148,113
2	Condensador	Vishay	561R10TCCT10
1	Caja	BERNSTEIN	CPG-370 437.0.0000.00
4	Conectores pin	Molex	90120-0121
1	Conector IEC	Bulgin	BVA01/Z0000/02
6	Terminal block	TE Connectivity	282836-2
14	Tornillos M2.5X6mm	RS component	M2.5x6mm
14	Arandelas	RS component	M2.5
14	Tuercas	RS component	M2.5
5 m	Tubo silicona transparente 4 x 8 mm	labbox	SILT-004-005
1	Recipiente con entrada y salida	AFORA	V-69627
1	Recipiente con entrada	AFORA	V-69625
1	Recipiente con salida	AFORA	V-69626

Tabla 12. Despiece

6.2. Placa base

La fabricación del proyecto empieza por la programación del microcontrolador ATMEGA mediante el programa Arduino, y el diseño con el ordenador del sistema electrónico, usando el programa ISIS PROTEUS

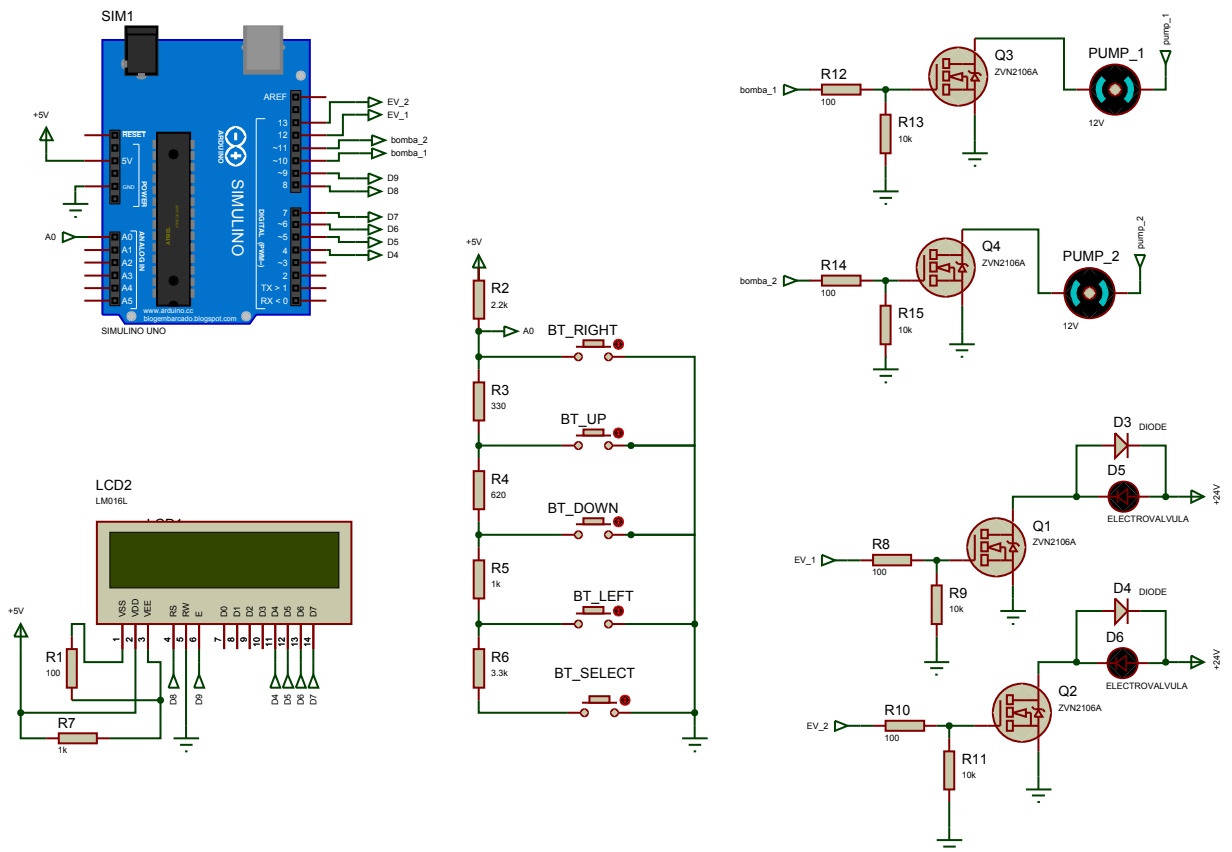


Figura 28. Sistema electrónico ISIS PROTEUS

Una vez hecho el diseño del sistema electrónico se comprueba el correcto funcionamiento del conjunto. Mediante la herramienta ARES del ISIS PROTEUS se realiza el diseño del circuito impreso, que se materializará en una placa de circuito impreso (PCB) fotosensible.

En el diseño final de la placa se omitirán los botones, la pantalla y el Arduino, ya que estos irán montados en una placa diferente, además para su confección con el ARES los componentes se tienen que sustituir por conectores SIL y conectores del tipo BLOCK, que serán donde conectemos los cables tanto del Arduino, como de las bombas y electroválvulas a la placa.

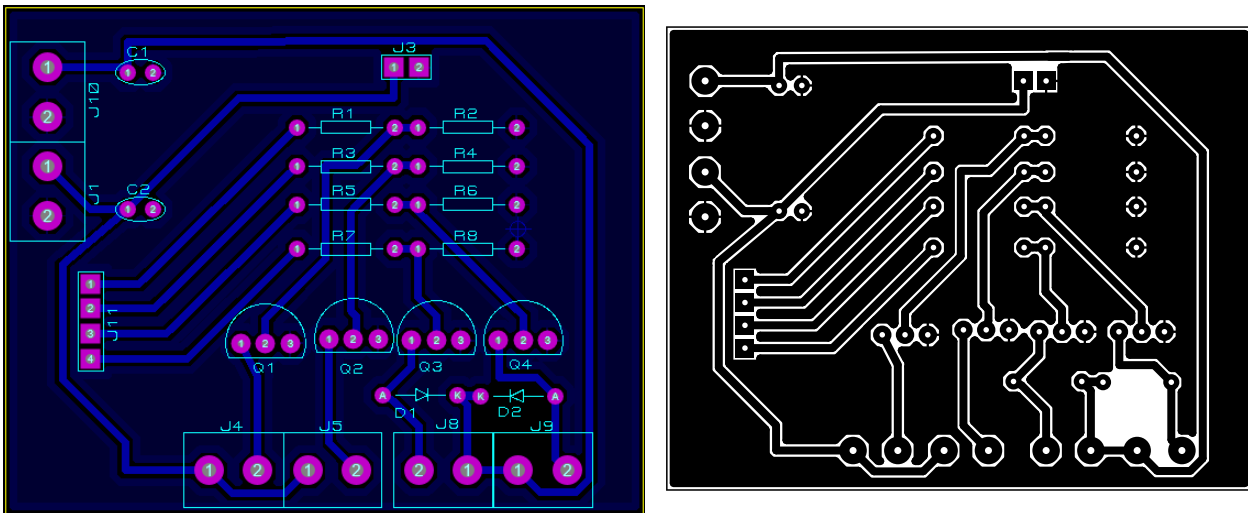


Figura 29. Izquierda PCB ARES. Derecha negativo para insoladora

La placa de circuito impreso se realiza imprimiendo el diseño del circuito impreso en una lámina de acetato, retiramos la cubierta de la PCB que la protege de la luz solar, se fija la transparencia y procedemos al insolado. Este último consiste en someterla a luz ultravioleta durante un tiempo determinado. El tiempo viene marcado por el fabricante, por el tipo de insoladora y por la calidad de la transparencia: ronda los dos minutos.

Una vez insolada la placa, se procede al revelado de la misma. Se tendrá preparada una cubeta de plástico duro con una mezcla de copos de sosa cáustica con agua. La proporción es de un par de cucharadas de café por cada litro y medio de agua. Se introduce la placa recién insolada en esta mezcla, con lo que debe desprenderse de la placa el barniz de un color cobrizo. En unos segundos ya no se desprenderá nada y se verá el circuito perfectamente revelado en la placa, entonces se retira y se introduce en abundante agua para detener el revelado.

Después de hecha la PCB, se realizan agujeros con un taladro de 0,5 y una máquina Dremel con soporte vertical, y se sueldan todos los componentes en sus respectivos espacios como indican los planos, mediante soldadura de estaño uno a uno.

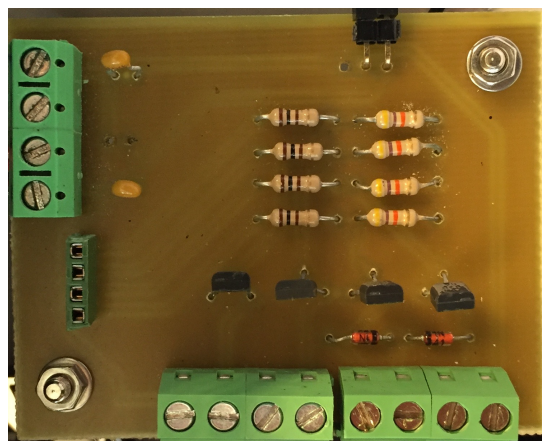


Figura 30. PCB terminada con componentes soldados en estaño

6.3. Carcasa

A continuación se procede al acondicionamiento de la caja para su posterior montaje.

El primer paso es diseñar mediante el programa RouterPro3000 el dibujo por donde queremos que la fresa realice el corte y abra las ventanas en la tapa de la caja por donde insertar los componentes, para el diseño tendremos que tener en cuenta el tamaño de la fresa para su mejor acople, en este caso se a utilizado una fresa de 2.5 mm. Una vez realizado el diseño se le pasa al programa Bungard Software Isocam para proceder ha realizar los cortes.

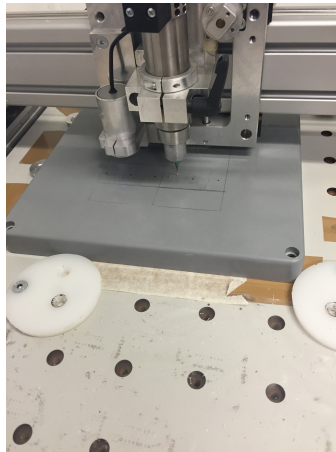


Figura 31. Fresadora

El habitáculo de la caja también hay que acondicionarlo. Para ello con ayuda de unos patrones sacados de los propios componentes se marca donde se quieren hacer los agujeros y con ayuda de un taladro de pie y una broca de 3.0 mm se realizan los agujeros en las posiciones marcadas

6.4. Protectores

Adicionalmente se pidió que diseñara una protectores para los vasos de los fluidos. La fabricación de estos vasos se hará mediante la impresora 3d Ultimaker² Extended que hay en el laboratorio y utiliza plástico ABS.

Para ello, primero con el programa Autocad se hará el diseño 3d del objeto que queremos imprimir teniendo en cuenta que hay que dejar una abertura para introducir los vasos sin romper los enchufes de los tubos.

A continuación se genera con el programa de 3d un archivo *.stl, se utiliza un programa específico para la impresora: CURA, para la configuración de las características de impresión como son: la calidad el objeto, consistencia y otros parámetros de impresión. El archivo generado por este software se envía a la impresora mediante una tarjeta de almacenamiento y ya estaría preparada para imprimir la pieza.



Las dos piezas que imprimí tardaron alrededor de 29 horas, un poco lento pero viendo el resultado de la impresión y el acabado de este es la mejor opción para hacer estos protectores.



Figura 32. Protectores de los vasos

6.5. Equipo completo

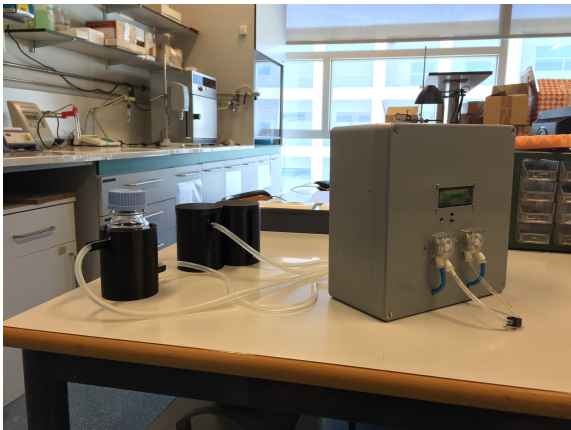


Figura 33. Equipo vista del frente

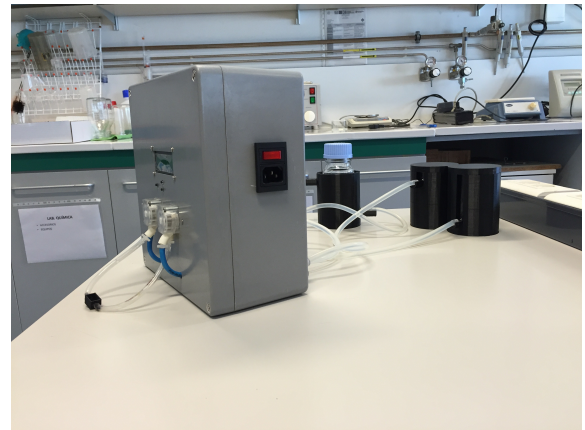


Figura 34. Vista lateral

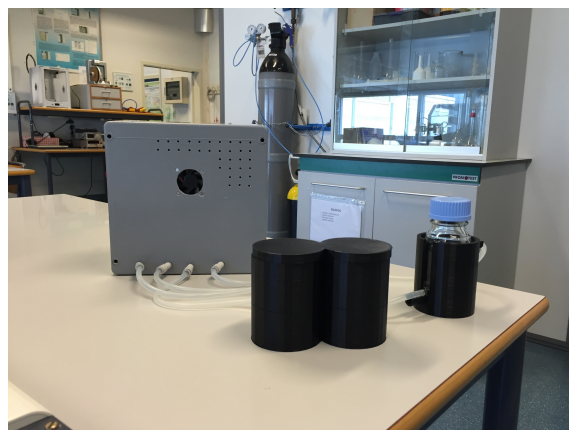


Figura 32. Vista trasera

7. Sistema operativo: Arduino

Para la programación de la placa electrónica Arduino UNO se ha utilizado el software específico de Arduino, empleando lenguaje C.

Todo el código fuente se encontrará al final del trabajo en el anexo.

Al empezar a programar con el software Arduino se genera automáticamente dos partes que deben estar bien diferenciadas: una función de inicialización, a partir de ahora "void setup()", y un bucle infinito, "void loop()".

7.1. Void setup()

En esta función de inicio se configuran los pines del Arduino como entradas o salidas para los componentes de nuestro proyecto

7.2. Void loop()

El funcionamiento consiste en repetir infinitamente el mismo programa. El programa no espera la pulsación de un botón sino que esta todo el rato comprobando si se ha realizado esa pulsación.

7.3. Flujograma del programa

El programa esta realizado mediante menús y submenús que dirigen el flujo del programa. Estos menús son los siguientes:

- Pantalla principal: esta parte del programa comprueba si se pulsa el botón "select" para entrar en el menú principal.

- menu(): este es el menú principal da la opción de elegir entre el menu0, menu1, menu2 o salir del menú principal para volver a la pantalla principal.

- menu0(): este menú es el del proceso de funcionamiento para el fluido muestra de análisis de los transistores. En este menú se elige la velocidad de funcionamiento de las bombas.

- menu1(): este es el menú de limpieza parcial del sistema, se pedía un programa que limpiara automáticamente todo el sistema. La limpieza se realizará con agua destilada para eliminar los restos de muestra que quede en los tubos, dentro del circuito de análisis de la muestra.

- menu2(): este es el menú de limpieza del sistema completo, haciendo circular agua destilada por todo el sistema incluido el circuito de funcionamiento del fluido muestra.

Una vez se a estudiado las opciones o menús que deberá tener nuestro programa se realiza el flujograma:

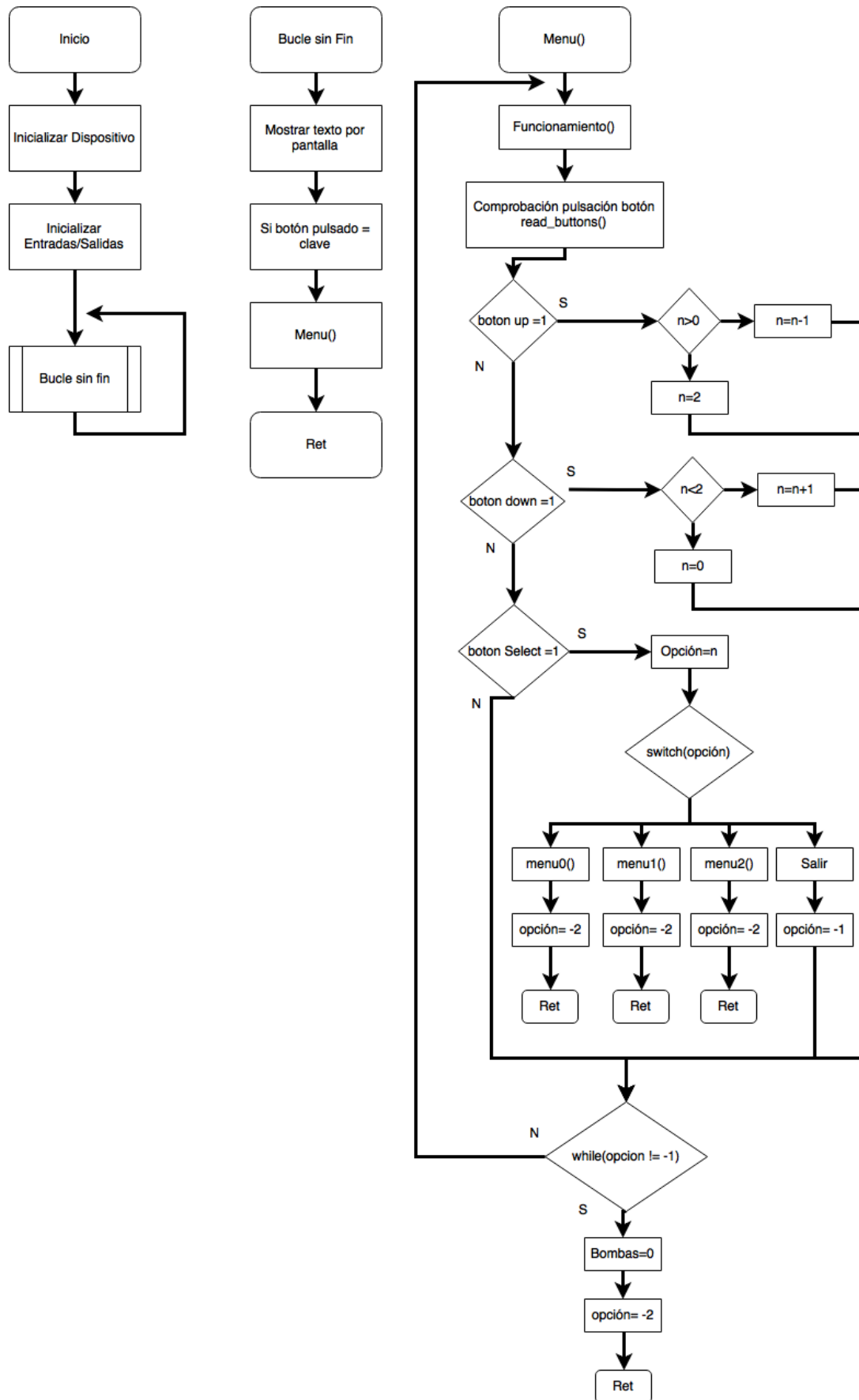


Figura 33. Flujoograma parcial del programa

7.4. Interfaz de Usuario

El sistema tiene una pantalla LCD de 16x2 caracteres y tres botones de selección mediante los cuales elegir la opción deseada.

La pantalla nos muestra en que menú de los anteriores nos encontramos y permite ver el valor de la velocidad de las bombas.

Los tres botones tienen las funciones de selección, arriba y abajo. Con estos botones se puede seleccionar el menú deseado y entrar en dichos menú, de esta forma nos podemos mover por el flujograma descrito anteriormente.

7.5. Programación

Aquí vamos a definir el programa realizado, así como las funciones necesarias para implementación del código.

Arduino es un software libre por lo tanto podemos encontrar muchas librerías muy útiles para el manejo de Arduino así como de muchos sensores y aplicaciones. Para facilitar el manejo de la pantalla LCD incluimos en el proyecto la librería "<LiquidCrystal.h>" a la cual solo hay que darle los valores de los pines a los que va conectada la pantalla y esta librería se encarga de controlar la pantalla.

Seguidamente se definen los pines en los cuales conectamos los componentes al Arduino para posteriormente poder configurar los puestos de entrada y salida. También se definen las variables globales que va a tener el programa, estas variables al este definidas al principio pueden ser utilizadas en todo el programa y por diversas funciones de este, el valor inicial dependerá de la función que hará esta variable.

Han sido 3 las funciones externas implementadas en la programación.

- La primera función 'int read_buttons()' hace una lectura de los botones por el canal analógico '0' del Arduino, seguidamente hace una comparación con unos valores ya establecidos y devuelve mediante un 'return' el nombre del botón que a sido pulsado.

- La función 'void funcionamiento()' sirve para visualizar por pantalla la opción de funcionamiento deseado mediante una variable global (n) que también servirá para conocer cual es la función elegida. Esta función está definida como 'void' porque no devuelve ningún valor al programa principal

- Como último tenemos la función 'void vel_bombas()' la cual es la encargada de mostrar por pantalla la velocidad que queremos seleccionar para el funcionamiento de las bombas, esta velocidad también es guardada en una variable global (vel), que será enviada al menú correspondiente.

8. Conclusión

La conclusión general respecto a este proyecto fin de grado es que se ha conseguido el objetivo marcado en el principio, crear un equipo para el análisis de transistores orgánicos gastando el menor dinero posible, esto a sido posible gracias a utilizar el material que había en el laboratorio.

Las competencias trabajadas gracias al proyecto han sido:

Electrónica. Se ha tenido que seleccionar los componentes a utilizar, diseñar el circuito de control, construirlo y soldarlo, analizar el circuito para encontrar los fallos...

Diseño. Se ha trabajado con programas de diseño en 3d para la realización de planos, los frascos de las muestras y para la elección correcta de la carcasa.

Programación. Se ha creado un sistema operativo desde cero mediante menús y submenús donde he visto la gran utilidad de estos y la simplicidad que aporta a la programación.

Como conclusión personal este proyecto ha sido interesante y muy instructivo debido a los pocos conocimientos que tenía acerca el Arduino y su manera de programación, gracias al cual he podido aprender una nueva plataforma de programación.

II. Pliego de condiciones

1. Definición y alcance del pliego

El objeto de este documento es definir, primero, las especificaciones técnicas del sistema de control de las bombas peristálticas y, segundo, establecer las condiciones facultativas, económicas y legales.

El ámbito de aplicación de este documento se extiende a todos los sistemas hidráulicos electrónicos y eléctricos que forman parte de la instalación.

En determinados supuestos se podrán adoptar soluciones diferentes a las exigidas en este documento, siempre que estén suficientemente justificadas y no impliquen una disminución de la calidad. Estas soluciones podrán ser tomadas, únicamente, por las personas a quienes se da dicha facultad en este documento.

2. Condiciones y normas de carácter general

Se cumplirá con la normativa referente a juguetes electrónicos:

UNE-EN 60335-1:2012/A11:2014 Aparatos electrodomésticos y análogos. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales.

Real Decreto 1205/2011 sobre la seguridad de los juguetes.

UNE-EN 62115:2006/A12:2015 Juguetes eléctricos. Seguridad.

UNE-EN 71-2:2011+A1:2014 Seguridad de los juguetes. Parte 2: Inflamabilidad.

UNE-EN 61558-2-7:2008 Seguridad de los transformadores, unidades de alimentación, bobinas de inductancia y productos análogos. Parte 2-7: Requisitos particulares y ensayos para los transformadores y unidades de alimentación para juguetes.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

UNE-EN 60335-2-41:1997 Seguridad de los aparatos electrodomésticos y análogos. Parte 2: Requisitos particulares para bombas eléctricas para líquidos con temperatura que no exceda de 35 °C

IEC 249 – UNE 20620-1. sobre la fabricación de circuito impreso.

RoHS 2002/95/CE de Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos

3. Condiciones particulares

3.1. Condiciones técnicas

3.1.1. Materiales

3.1.1.1. Circuito impreso

La placa utilizada para la realización del circuito impreso será una placa de cobre virgen fotosensible.

3.1.1.2. Electroválvulas

Las electroválvulas serán de 3 vías y con una alimentación n de 24 V DC

3.1.1.3. Bombas peristálticas

Las bombas peristálticas deberán de llevar motor incorporado de un voltaje de 12 V DC, 150 rpm y no superar los 0,5 A de consumo.

3.1.1.4. Fuente alimentación

La fuente de alimentación deberá de ser capaz de suministrar 12 y 24 V DC y estar conecta a la red eléctrica. Pudiendo ser sustituida por una fuente de 12 V y otra de 24 V.

3.1.1.5. Microcontrolador

El microcontrolador utilizado será el Arduino UNO.

3.1.1.6. Ventilador

El ventilador deberá tener una alimentación de 12 V DC.

3.1.1.7. Transistor MOSFET

Se utilizara el transistor MOSFET ZVN2106A de ZETEX.

3.1.1.8. Resistencias

Las resistencias serán de película de carbón. Se utilizarán resistencias de 100 Ω y 470 Ω de una tolerancia del 5% y $\frac{1}{4}$ de vatio.

Para la parte del shield de Arduino se utilizarán resistencias SMD

3.1.1.9. Diodo

Se utilizará el diodo 1N4148 con una intensidad máxima de 2 mA

3.1.2. Ejecución

3.1.2.1. Circuito electrónico

Mediante el programa ISIS Proteus se procederá al diseño del circuito electrónico. Mediante la herramienta ARES del propio Proteus se realizará el modelo del circuito impreso que se materializará en una placa PCB.

Se fijará la transparencia a la placa PCB y se procederá al insolado, para ello se introducirá en la insoladora establecida un determinado tiempo. El tiempo del insolado dependerá de tres factores: el fabricante, el tipo de la insoladora y la calidad de la transparencia.

Finalizada la insolación, se procederá al revelado de la misma. Se tendrá preparada una disolución de copos de sosa cáustica con agua. Por cada un litro y medio de agua se adicionará una cantidad de sosa cáustica correspondiente a un volumen de 10 ml. Se introducirá la placa en dicha mezcla, una vez se pueda visualizar el circuito perfectamente, se aclarará con abundante agua para detener el rebelado.

Para finalizar, se realizarán los agujeros en la placa PCB, con un taladro de 0.5 mm y una maquina Dremel con soporte vertical y se soldarán los diferentes componentes a sus respectivos espacios conforme muestran los planos. Se realizará con soldadura de estaño, componente a componente.

3.1.2.2. Preformado de la carcasa

El preformado de la carcasa se realizará de manera mecánica utilizando una fresadora automática en la medida de lo posible. Si por razones de dimensiones esto no es posible se realizará mediante maquinas eléctricas de forma manual, taladro eléctrico.

Se hará una inspección visual que no hallan astillas o partes cortantes una vez terminado el proceso, en el caso de existir alguna se suavizarán con un taco de lija.

3.1.2.3. Inserción de los componentes

La fijación de los componentes dentro de la carcasa se realizará con tornillos y tuercas de la métrica M3.

Se comprobará la correcta fijación y robustez una vez terminado el proceso ejerciendo una pequeña fuerza con la mano

3.1.2.4. Conexión de la parte hidráulica

Los tubos de silicona se conectarán a los componentes mediante los conectores que estos disponen. Introduciéndolos hasta el final y luego retrocediendo un poco para comprobar que están bien sujetos

3.1.2.5. Protectores de vasos

Los vasos se fabricarán mediante la impresora 3D.

Una vez terminados se retirarán las estructuras de apoyo que realiza la impresora y se comprobará que los vasos encajan dentro de los protectores.

3.2. Condiciones económicas

3.2.1. Generales

El proyecto se realizará con un presupuesto total no mayor a 150 euros, incluidos los costes de materiales, que no sobrepasarán los 90 euros, y los trabajos de diseño y construcción descritos en este documento. Este presupuesto se pactará entre las partes involucradas en el proyecto y quedará reflejado en el contrato.

3.2.2. Garantías

El resultado físico del proyecto (prototipo/maqueta) tendrá una garantía lo pactado por las partes y quedará reflejado en el contrato. De esta forma, se realizará la sustitución gratuita de cualquier elemento que, no debido al mal uso, deje de funcionar adecuadamente.

III. Presupuesto

1. Presupuesto real

1.1. Circuito electrónico

Circuito Electrónico				
Lista de materiales				
Referencia	Descripción	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
PCB	Placa PCB virgen	5,68	1	5,68
Subtotal materiales				5,68
Mano de obra				
Uds.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
h	Programación	10	0	0
h	Montaje y Soldadura	2	0	0
Subtotal mano de obra				0
Coste fabricación circuito electrónico				5,68

Tabla 13. Presupuesto real circuito electrónico

1.2. Equipo del control de bombas

Equipo del control de bombas				
Lista de materiales				
Referencia	Descripción	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
C	Caja bernstein	65,66	1	65,66
m4	Tubo silicona transparente 4 x 8 mm	1,49	1	1,49
Vaso1	Recipiente con entrada y salida		1	0
vaso2	Recipiente con entrada		1	0
vaso3	Recipiente con salida		1	0
m5	Adaptadores tubo	4,11	1	4,11
R	Rollo 1kg filamento plastico	10,52	1	10,52
Subtotal materiales				81,78
Mano de obra				
Uds.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
h	Preformado carcasa	8	0	0
h	Diseño protectores vasos	8	0	0
h	Montaje	16	0	0
Subtotal mano de obra				0
Equipo de control de bombas				81,78
Coste total real del proyecto				87,46

Tabla 14. Presupuesto real equipo de control de bombas

1.3. Resumen

Resumen del Presupuesto

Denominación	Materiales	Mano de obra	Total
Circuito Electrónico	5,68	0	5,68
Equipo del control de bombas	81,78	0	81,78
Total			87,46
Se añade un 15 % del total en concepto de maquinaria, energía ... etc			100,58
Se añade el 6 % de beneficio y el 21 % del IVA			129,00
El presupuesto total del sistema de control de bombas es de:			129,00

Tabla 15. Resumen del Presupuesto real

2. Presupuesto del prototipo

2.1 Circuito electrónico

Circuito Electrónico

Lista de materiales

Referencia	Descripción	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
R	Resistencias de película de carbón	0,021	8	0,168
R (SMD)	Resistencias de montaje superficial	0,021	7	0,147
D	Diodo 1N4148	0,13	2	0,26
Q	Transistor ZVN2106A	1,36	4	5,44
J	PCB Terminal block	0,496	6	2,976
J	Conector pin	0,108	6	0,648
PCB	Placa PCB virgen	5,68	1	5,68

Subtotal materiales

15,32

Mano de obra

Uds.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
h	Programación	10	6,5	65
h	Montaje y Soldadura	2	6,5	13

Subtotal mano de obra

78

Coste fabricación circuito electrónico

93,32

Tabla 16. Presupuesto prototipo circuito electrónico

2.2 Equipo del control de bombas

Equipo del control de bombas				
Lista de materiales				
Referencia	Descripción	Precio (€)	Cantidad	Total (€)
C	Caja bernstein	65,66	1	65,66
P	Bombas peristálticas	40,93	2	81,86
EV	Electroválvulas	137	2	274
V1	Fuente alimentación 24 V	88,68	1	88,68
V2	Fuente alimentación 12 V	110,24	1	110,24
Conec.	Conector IEC	8,39	1	8,39
F	Ventilador 12 V	3,22	1	3,22
Uno	Arduino UNO	17,70	1	17,7
LCD	pantalla LCD 16x2	2,70	1	2,7
m1	Tornillos M2.5X6mm	0,05	16	0,8
m2	Arandelas M2.5X6mm	0,05	16	0,8
m3	Tuercas M2.5X6mm	0,05	16	0,8
m4	Tubo silicona transparente 4 x 8 mm	1,49	1	1,49
Vaso1	Recipiente con entrada y salida	100	1	100
vaso2	Recipiente con entrada	100	1	100
vaso3	Recipiente con salida	100	1	100
m5	Adaptadores tubo	4,11	1	4,11
R	Rollo 1kg filamento plastico	10,52	1	10,52
Subtotal materiales				970,97

Tabla 17. Presupuesto prototipo equipo control de bombas

Mano de obra

Uds.	Denominación	Cantidad	Precio (€)	Total (€)
h	Preformado carcasa	8	6,5	52
h	Diseño protectores vasos	8	6,5	52
h	Montaje	16	6,5	104

Subtotal mano de obra 208

Equipo control de bombas 1178,97

Tabla 18. Presupuesto prototipo equipo control de bombas, mano de obra

3. Resumen del presupuesto del prototipo

Resumen del Presupuesto

Denominación	Materiales	Mano de obra	Total
Circuito Electrónico	15,32	93,32	108,64
Equipo del control de bombas	970,97	208	1178,97

Total 1287,61

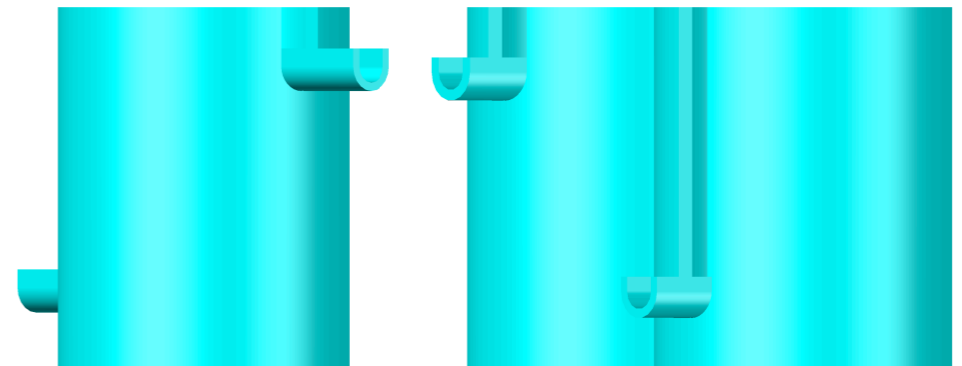
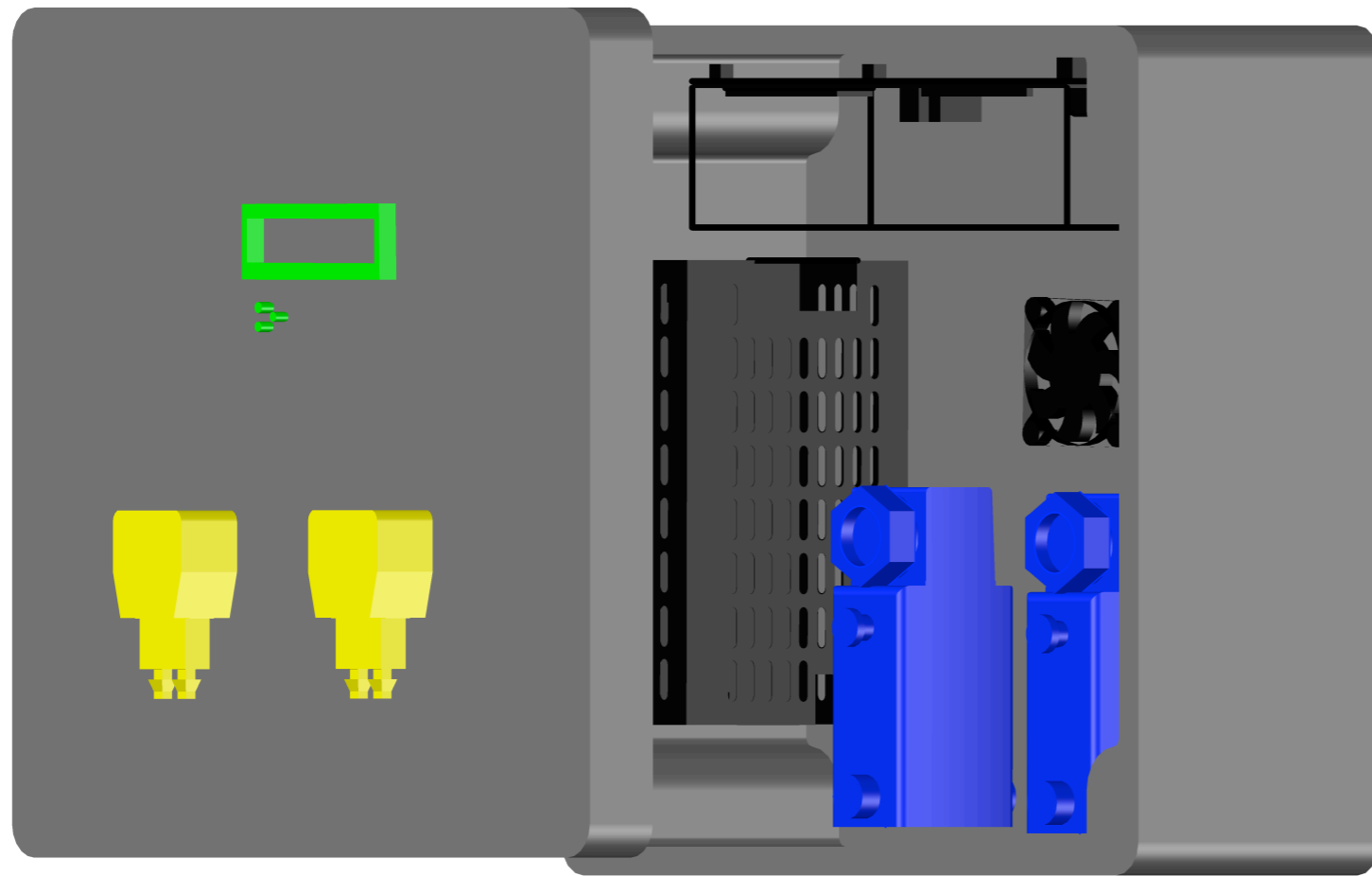
Se añade un 15 % del total en concepto de maquinaria, energía ... etc 1480,75

Se añade el 6 % de beneficio y el 21 % del IVA 1899,21

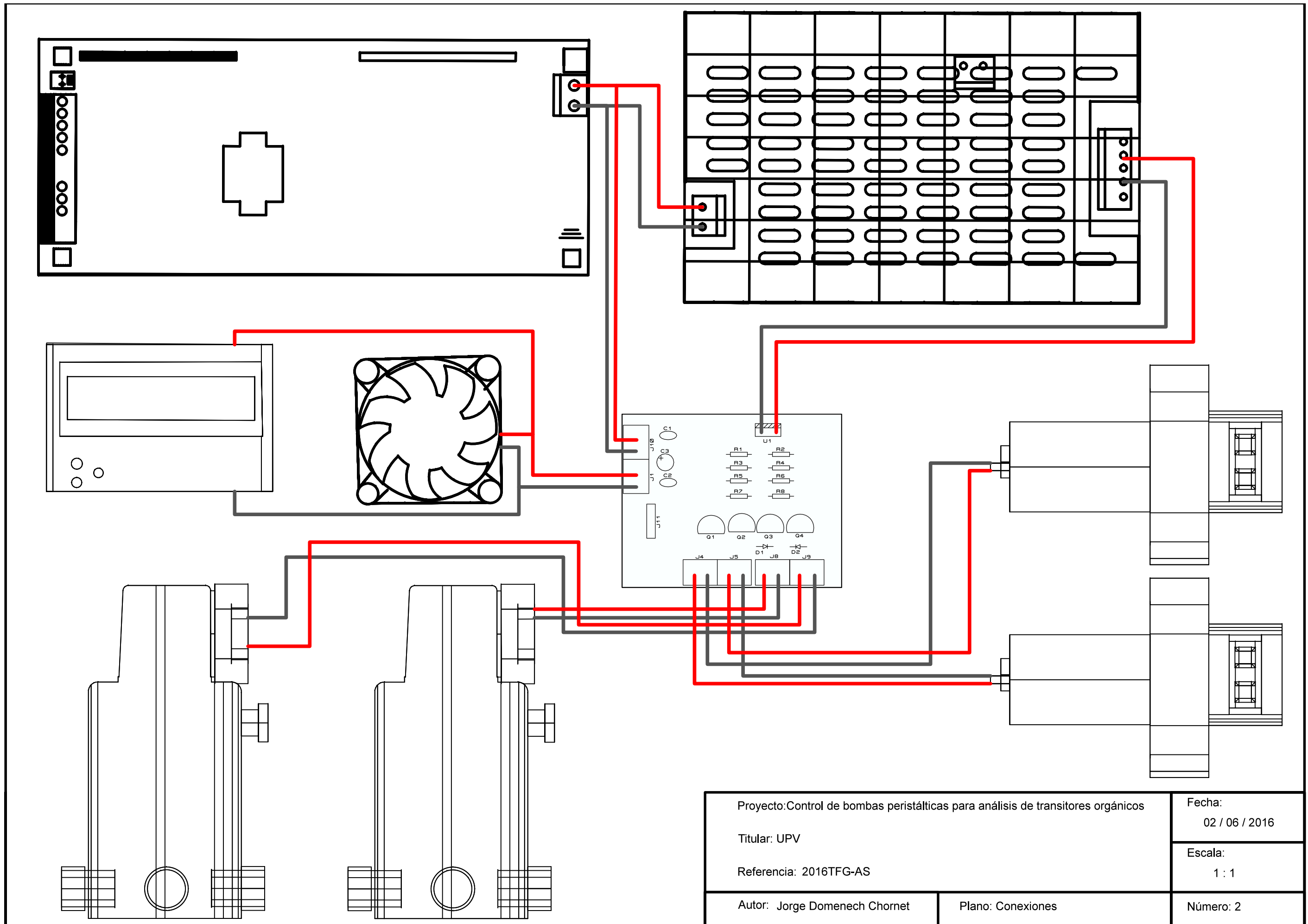
El presupuesto total del sistema de control de bombas es de: 1899,21

Tabla 19. Resumen del presupuesto del prototipo

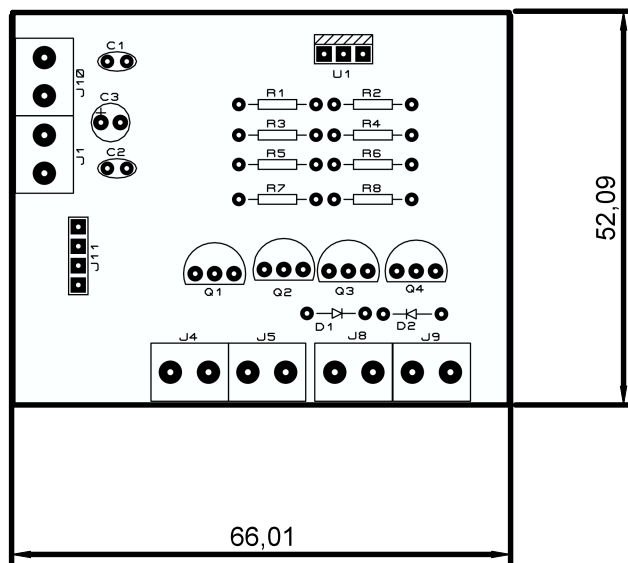
IV. Planos



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos		Fecha: 10/7/2016
Titular: UPV		Escala: 1:2
Referencia: 2010TFG-AS		Número: 1
Autor: Jorge Domenech Chornet	Plano: Conjunto completo	



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transitorios orgánicos		Fecha: 02 / 06 / 2016
Titular: UPV		Escala: 1 : 1
Referencia: 2016TFG-AS		Número: 2
Autor: Jorge Domenech Chornet	Plano: Conexiones	



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos

Titular: UPV

Referencia: 2016TFG-AS

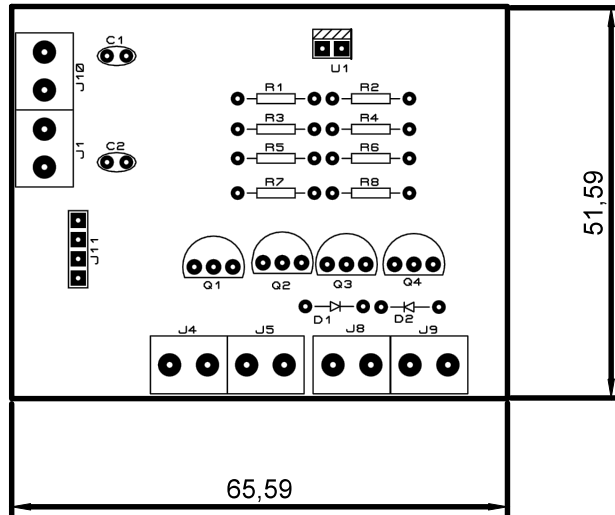
Fecha:
02 / 06 / 2016

Escala:
1 : 1

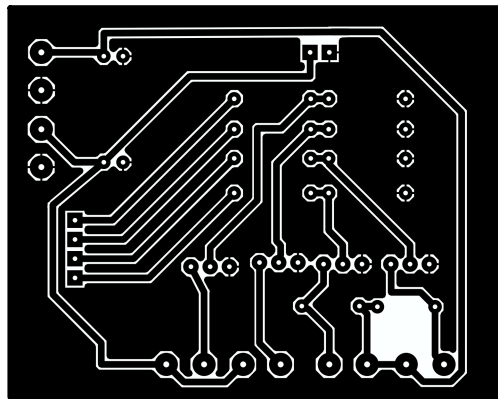
Autor: Jorge Domenech Chornet

Plano: PCB completo

Número: 3



C	2	Condensador ohm	Comercio	C1,C2
R	4	Resistencia 100 ohm	Comercio	R1,R3,R5,R7
R	6	Resistencia 470 Kohm	Comercio	R2,R4,R6,R8
D	2	Diodo 1N4148	Comercio	Diodo D1, D2
U	1	Conector de 2 pines	Comercio	U1
Q	3	Transistor ZVN2106A	Comercio	Transistor Q1,Q2,Q3,Q4
J	6	TERMINAL BLOCK	Comercio	J1,J4,J5,J8,J9,J10
J	1	Conector de 4 pines	Comercio	J11
Marca	Cantidad	Denominación	Fabricante	Observaciones
Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos Titular: UPV Referencia: 2016TFG-AS				Fecha: 02/ 06 / 2016
				Escala: 1 : 1
Autor: Jorge Domenech Chornet			Plano: PCB componentes	Número: 4



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos

Titular: UPV

Referencia: 2016TFG-AS

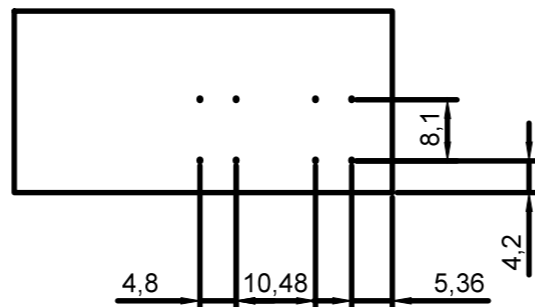
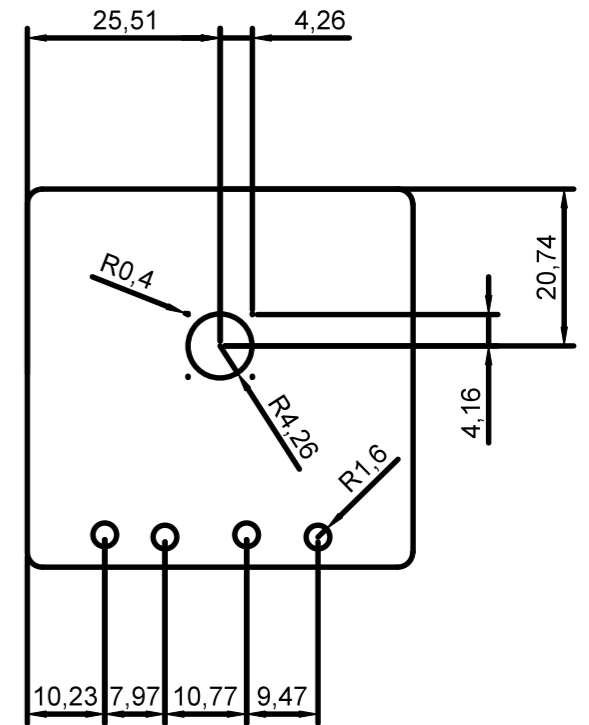
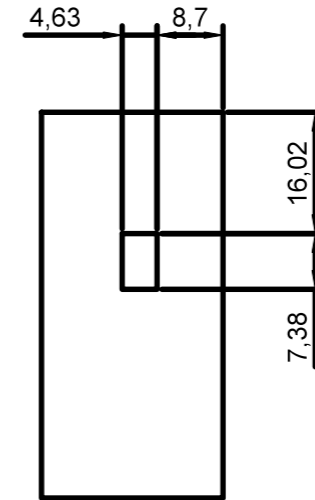
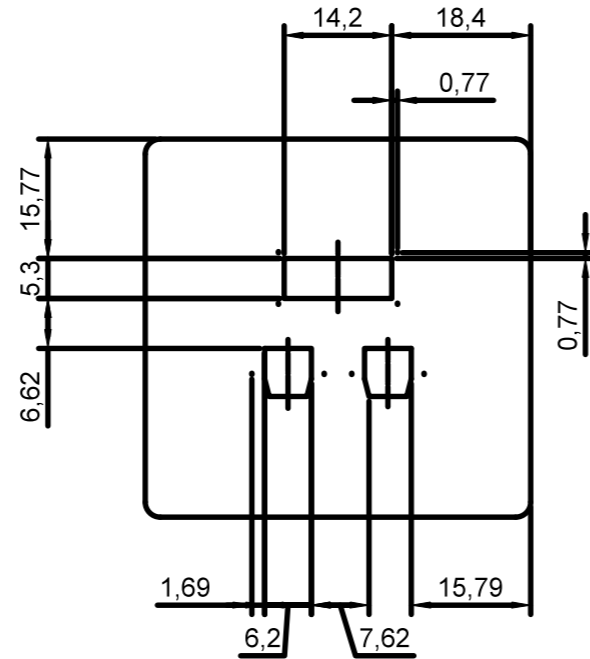
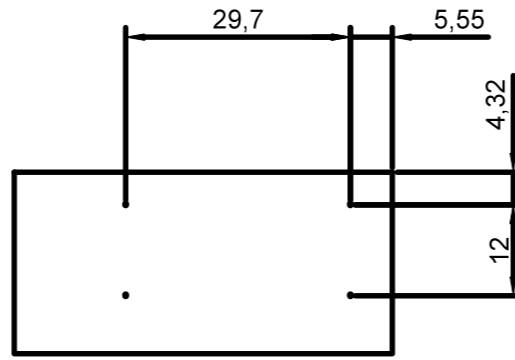
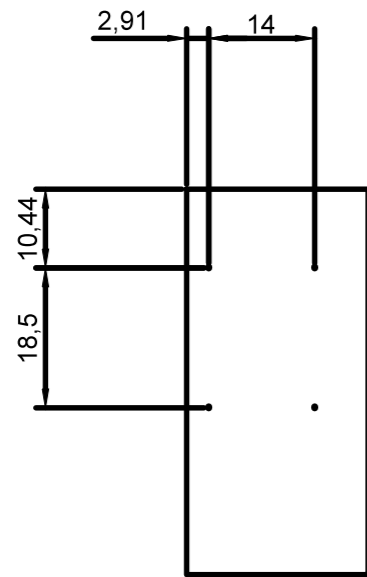
Fecha:
02 / 06/ 2016

Escala:
1 : 1

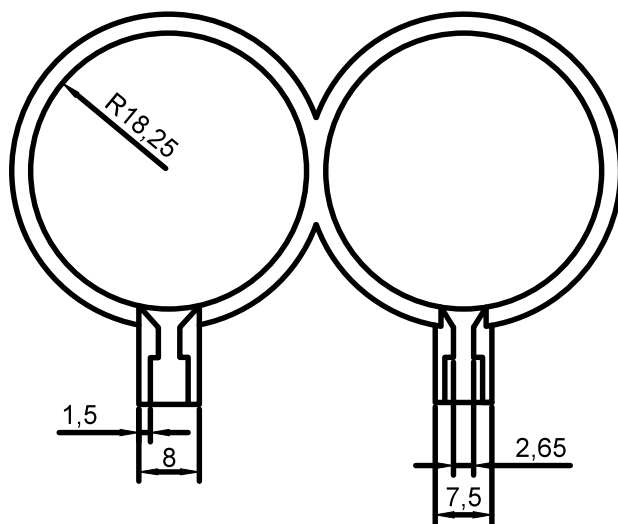
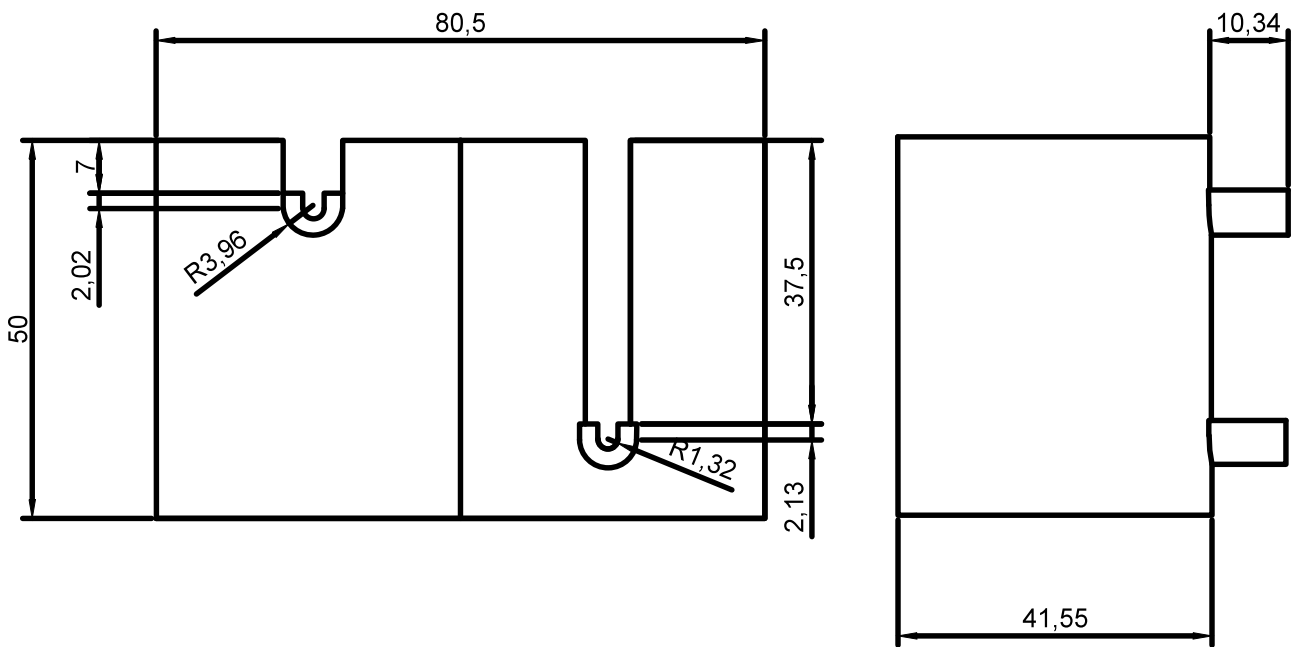
Autor: Jorge Domenech Chornet

Plano: Pistas de cobre

Número: 5



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos		Fecha: 02 / 09 / 2016
Titular: UPV		Escala: 1 : 5
Referencia: 2016TFG-AS		Número:6
Autor: Jorge Domenech Chornet	Plano: Performación de los agujeros	



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos

Titular:UPV

Referencia: 2016TFG-AS

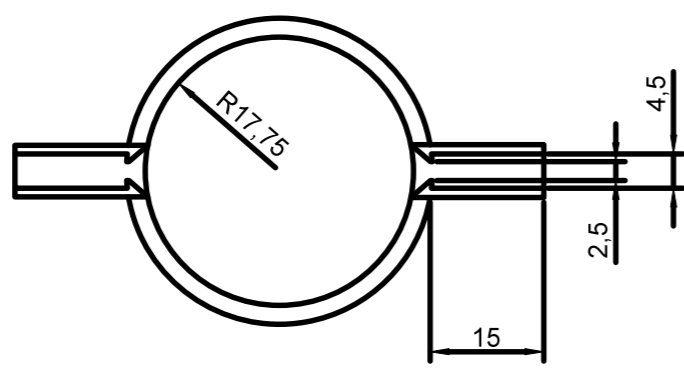
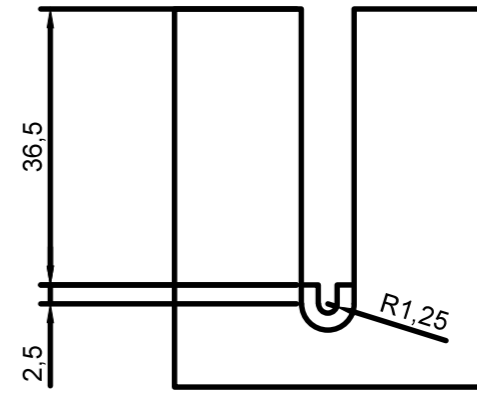
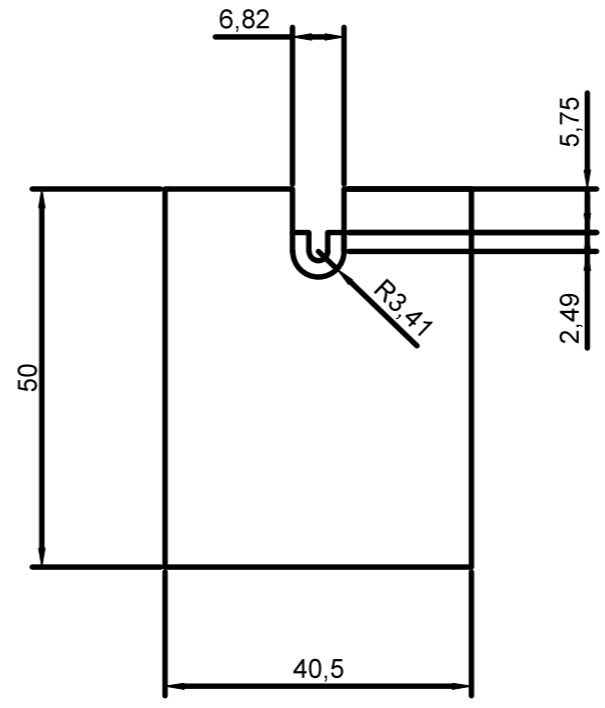
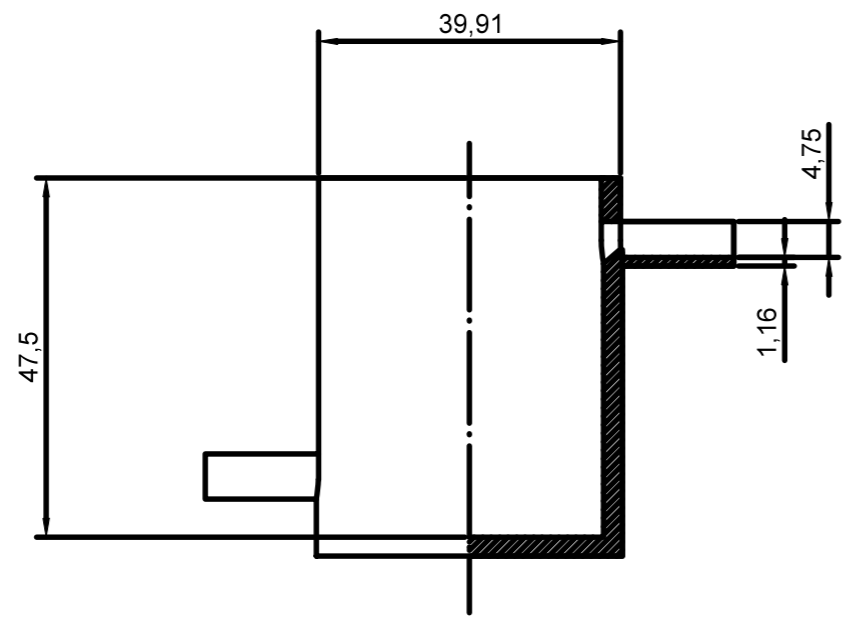
Fecha:
01 / 07 / 2016

Escala:
1 : 2

Autor: Jorge Domenech Chornet

Plano: Protectores de vasos

Número: 7



Proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores orgánicos		Fecha: 02 / 07 / 2016
Titular: UPV		Escala: 1 : 2
Referencia: 2016TFG-AS		Número: 8
Autor: Jorge Domenech Chornet	Plano: Protector botella	

V. Bibliografía

[https://es.wikipedia.org/wiki/Transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor](https://es.wikipedia.org/wiki/Transistor_de_efecto_de_campo_metal-óxido-semiconductor)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Organic field-effect transistor](https://en.wikipedia.org/wiki/Organic_field-effect_transistor)

<http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>

<http://www.quiminet.com/articulos/que-son-las-bombas-peristalticas-32689.htm>

[http://www.ecured.cu/Bomba peristáltica](http://www.ecured.cu/Bomba_peristáltica)

es.wikipedia.org

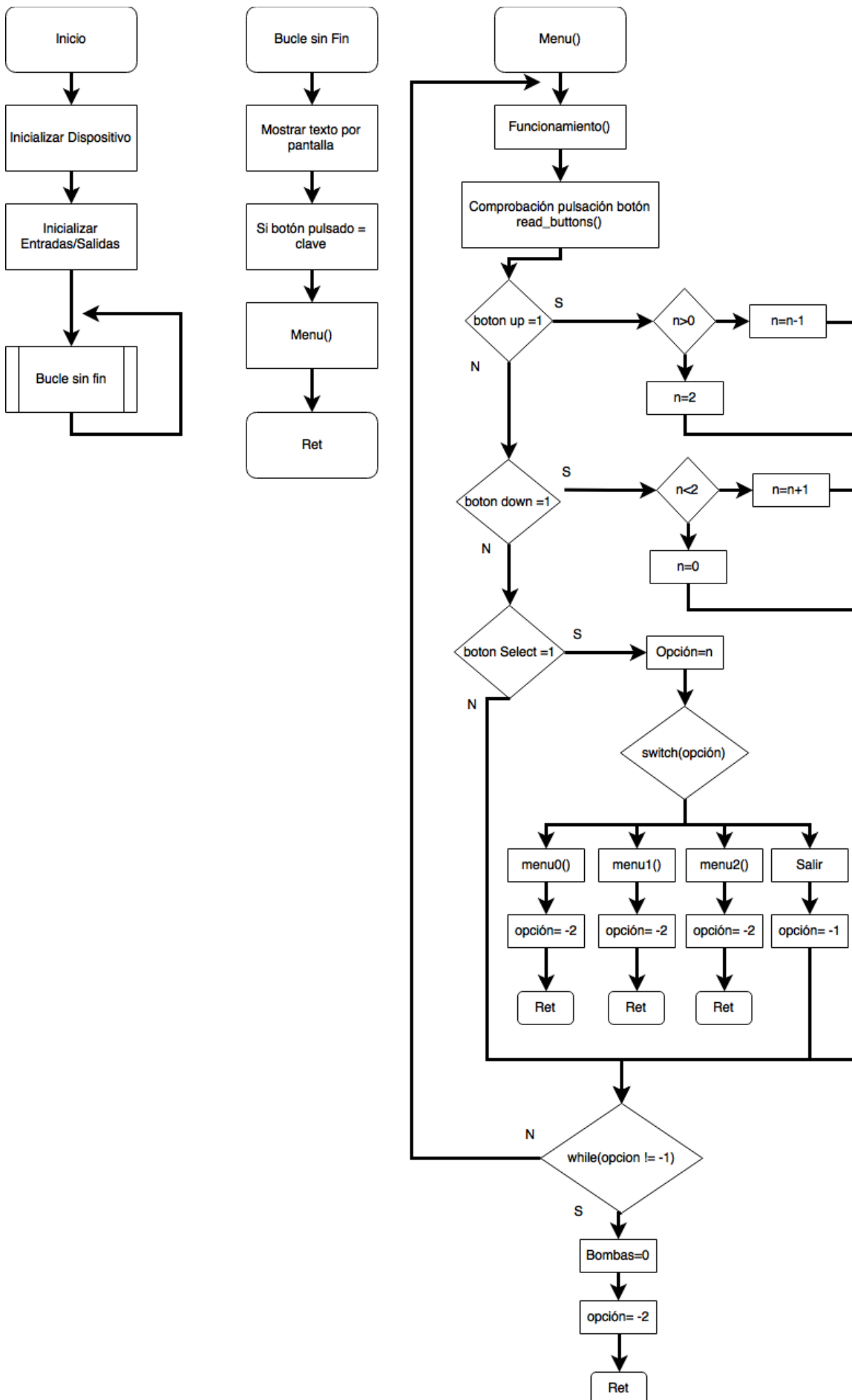
quiminet.com

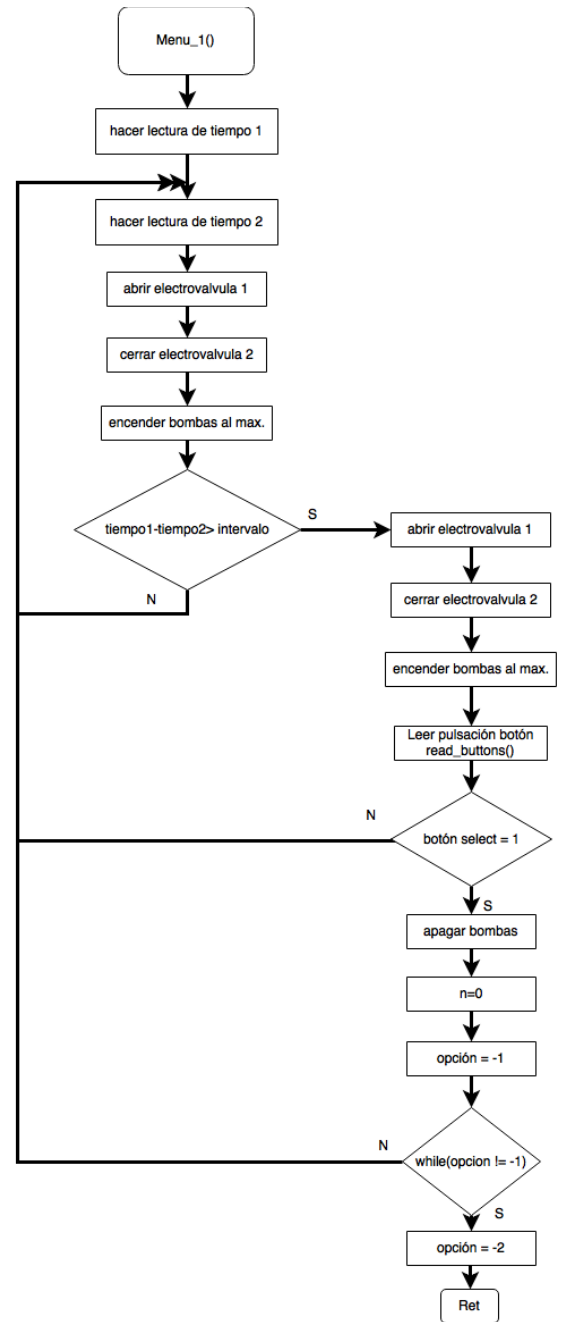
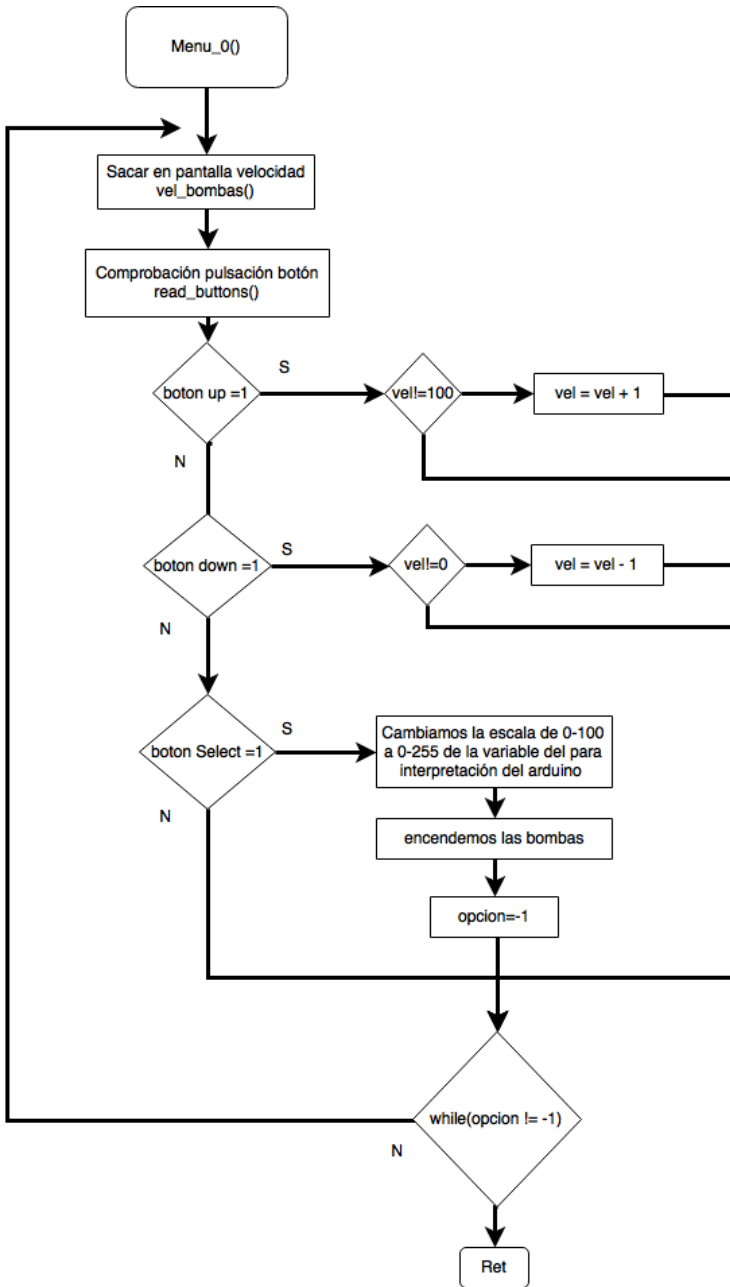
<http://unicrom.com/transistor-mosfet/>

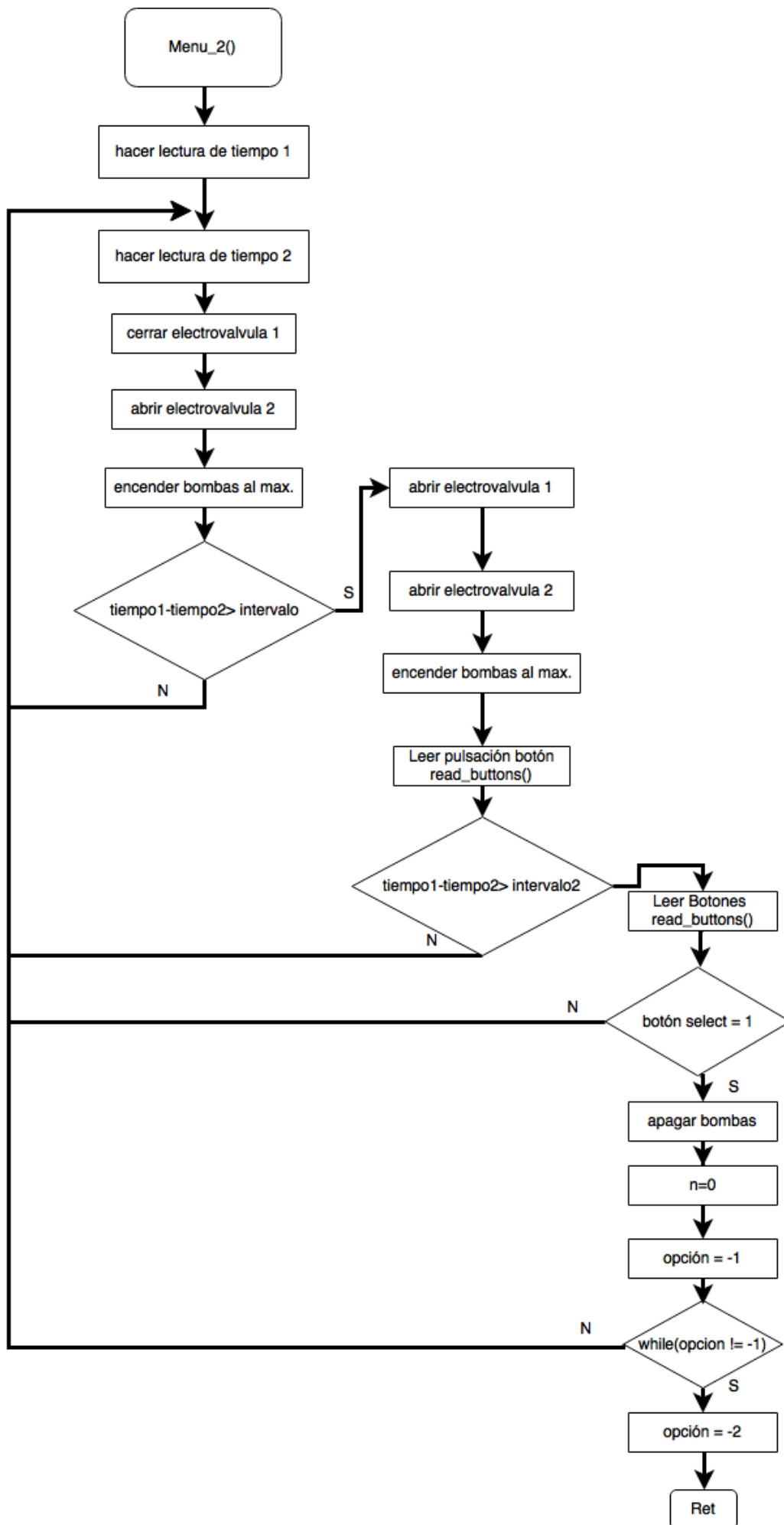
<http://www.mouser.es>

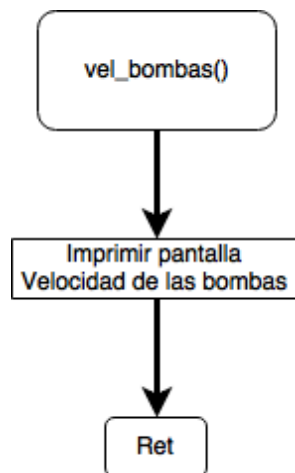
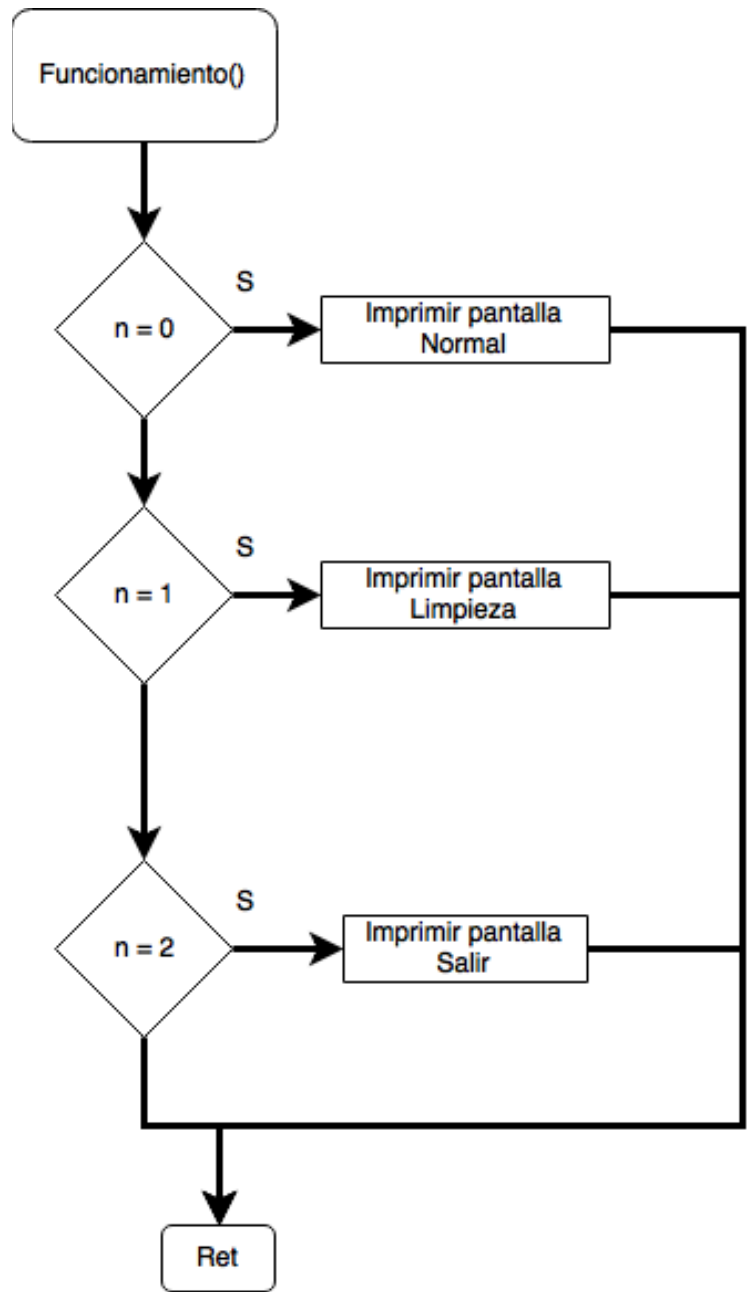
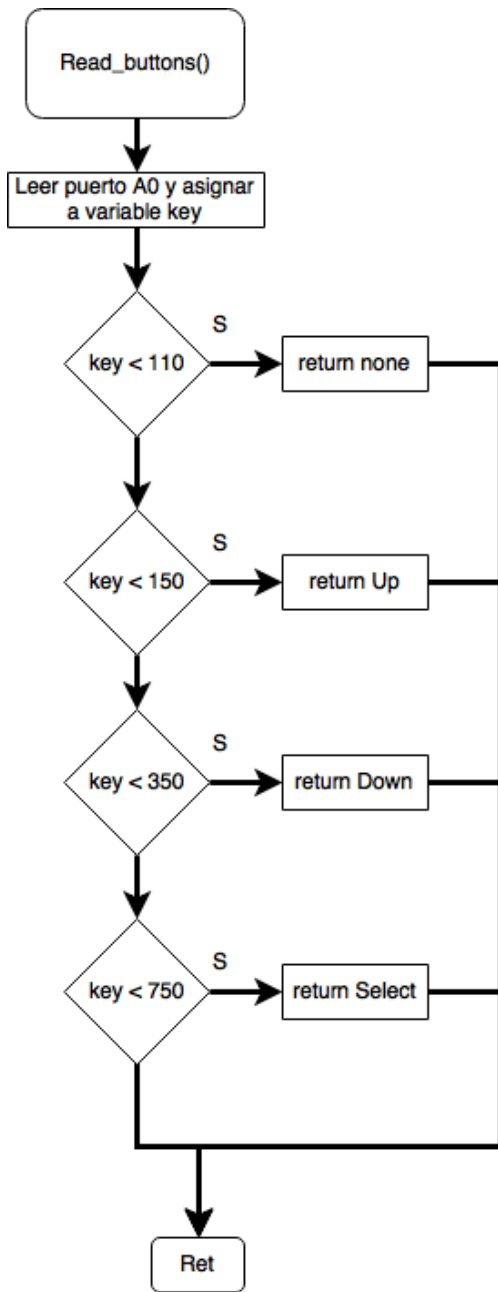
VI. Anexos

1. Flujograma completo









2. Código de programación

```
/*
 * Nombre del proyecto: Control de bombas peristálticas para análisis de transistores
 orgánicos
 * Fecha ultima modificación: 5 septiembre 2016
 * Jorge Domenech Chornet
 * Contacto: jorge-domenech@hotmail.com
 */

// 2 min para que agua de toda la vuelta

#include <LiquidCrystal.h> // Libreria LCD

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

#define None 0
#define Up 1
#define Down 2
#define Select 3

int bomba_1 =10;
int bomba_2 =11;
int EV_1 =12; // va a la primera bomba... entra agua destilada (LOW) o entra la
solución de colorante (Higt)
int EV_2 =13; // segunda bomba.. rechazo

int lcd_key = 0;
int key = 0;
int n = 0;
int vel = 50;
int value = 0;
int opcMenu=-2;

long previousMillis = 0;

long interval = 120000; // 2 minutos. Este intervalo tiene tiempo suficiente como para
limpiar el circuito pequeño (LIMPIEZA PARCIAL)
//PARA LA LIMPIEZA TOTAL mejor vaciar el bote de muestra primero.

long interval_2 = 240000; // 4 minutos. Este intervalo es para la LIMPIEZA TOTAL de esta
forma tenemos el agua destilada tiempo
//suficiente para limpiar todo el sistema. se puede añadir al frasco de muestra un poco de
agua destilada, una vez vaciado de muestra para ayudar con la limpieza.

//int read_buttons();
//void funcionamiento();
//void vel_bombas();
```

```

//void menu0();
//void menu1();
//void menu2();

void setup() {
////////// LCD //////////
  lcd.begin(16, 2);          // Inicializar el LCD, fijamos número caracteres y filas
  lcd.setCursor(0,0);      // Inicializamos el cursor
  lcd.print("TFG "); // print a simple message
  delay(100);

////////// BOMBAS //////////
  pinMode(bomba_1,OUTPUT) ; //Pin modulación PWM
  pinMode(bomba_2,OUTPUT) ; //Pin modulación PWM

////////// EV //////////
  pinMode(EV_1,OUTPUT) ;
  pinMode(EV_2,OUTPUT) ;

} // setup

////////// loop //////////
void loop() {

  // Se imprime la pantalla de inicio:
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print("  TFG UPV  ");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print(" Pulse enter ");

  // Se comprueba si se ha pulsado un botón: Guarda el resultado leído de una pulsación
  por teclado:
  lcd_key =read_buttons();
  delay(200);

  // Si se pulsa la tecla select, se entra en el menú:
  if( lcd_key == Select )
    menu(); // entra en la función menú
}

////// MENU PRINCIPAL, DA OPCION PARA ABRIR EL MENU 1 Y MENU 2, TAMBIEN
PARA SALIR A LA PANTALLA PRINCIPAL
void menu(){

// Mientras no se pulse sobre salir, no se saldrá a la pantalla principal:
do{
  funcionamiento();

  // Se comprueba si se ha pulsado un botón: Guarda el resultado leído de una pulsación
  por teclado:
  lcd_key =read_buttons();
  delay(200);

```

```

// Desplaza el menú arriba o abajo:
if(lcd_key == Up){ // compara las cadenas resultButton y up.
    if(n > 0 ) n=n-1;
    else      n = 3;
    lcd.clear();
}
else if(lcd_key == Down) {
    if(n < 3) n=n+1;
    else     n=0;
    lcd.clear();
}
else if(lcd_key == Select) {
    opcMenu = n; // Al pulsar botón select (para acceder a esa opción) se actualiza la
opción de menú elegida según donde esta el cursor ahora.

// Según la opción elegida del menú, se llama a otro menú o se cierra el menú actual:
switch( opcMenu ){
    case 0: // Se accede al menú de proceso normal
        menu0();
        break;

    case 1: // Se accede al menú de limpieza del circuito
        menu1();
        break;

    case 2: // Se accede al menú de limpieza del circuito
        menu2();
        break;

    case 3: // Salir a la pantalla principal.
        opcMenu = -1;
        n=0;
        break;
    } // switch
} // else if(lcd_key == Select)
} while(opcMenu != -1); // do_while
    analogWrite (bomba_1,0);
    analogWrite (bomba_2,0);
    opcMenu = -2; // se cambia la variable opcMenu para que no vuelva a salirse
automáticamente
} // void menu

```

////////// MENU PROCESO NORMAL DE FUNCIONAMIENTO//////////

```

void menu0(){
    opcMenu = -2;
    digitalWrite(EV_1,LOW);
    digitalWrite(EV_2,LOW);
    lcd.clear();

```

// Mientras no se pulse sobre salir, no se saldrá al Menú:

```

do{
vel_bombas();

// Se comprueba si se ha pulsado un botón: Guarda el resultado leído de una pulsación
por teclado:
lcd_key =read_buttons();
delay(200);

// Desplaza el menú arriba o abajo:
if(lcd_key == Up){ // compara las cadenas resultButton y up.
    if (vel !=100) {
        vel=vel + 1;
        lcd.clear();
    }
}
else if(lcd_key == Down) {
    if (vel !=0){
        vel=vel - 1;
        lcd.clear();
    }
}
else if(lcd_key == Select) {
    value = map(vel, 0, 100, 0, 255); // cambiar escala
    analogWrite (bomba_1,value);
    analogWrite (bomba_2,value);

    opcMenu = -1; // Al pulsar botón select (para acceder a esa opción) se actualiza la
opción de menú elegida según donde esta el cursor ahora.

    n=0;
    } //if(lcd_key == Select)

} while(opcMenu != -1);

opcMenu = -2;
}

//////// MENU LIMPIEZA Parcial DEL SISTEMA //////////

void menu1() {
opcMenu = -2;
previousMillis = millis();

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0); // Cursor a linea 1, posición 0
    lcd.print(" LIMPIANDO "); //
    lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 1, posición 0
    lcd.print(" "); //

do{

unsigned long currentMillis = millis();

```

```

digitalWrite(EV_1,HIGH);
digitalWrite(EV_2,HIGH); // rechazo del agua

    analogWrite (bomba_1,255); // Se pone el máximo valor, ya que queremos que este
proceso sea al 100 % de velocidad
    analogWrite (bomba_2,255); // Se pone el máximo valor, ya que queremos que este
proceso sea al 100 % de velocidad

    if(currentMillis - previousMillis > interval) {

lcd.setCursor(0,0);          // Cursor a linea 1, posición 0
lcd.print(" Pulse enter "); //
lcd.setCursor(0, 2);        // Cursor a linea 1, posición 0
lcd.print(" para Salir "); //

lcd_key =read_buttons();
delay(200);

    if(lcd_key == Select) {

        opcMenu = -1; // Al pulsar boton select (para acceder a esa opción) se actualiza la
opción de menú elegida según donde esta el cursor ahora.

        analogWrite (bomba_1,0);
        analogWrite (bomba_2,0);
        n=0;
        } //if(lcd_key == Select)
        } // if(currentMillis - previousMillis > interval)
    } while(opcMenu != -1);

opcMenu = -2;

} // menu1

////////// MENU LIMPIEZA DEL SISTEMA COMPLETO //////////

void menu2() {
opcMenu = -2;
previousMillis = millis();

    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0); // Cursor a linea 1, posición 0
    lcd.print(" LIMPIANDO "); //
    lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 2, posición 0
    lcd.print(" SISTEMA "); //

do{

unsigned long currentMillis = millis();

digitalWrite(EV_1,LOW); // La Primera EV vacía la solución muestra

```

```

digitalWrite(EV_2,HIGH); // La Segunda EV desecha al bote

    analogWrite (bomba_1,255); // Se pone el máximo valor, ya que queremos que este
proceso sea al 100 % de velocidad
    analogWrite (bomba_2,255); // Se pone el máximo valor, ya que queremos que este
proceso sea al 100 % de velocidad

if(currentMillis - previousMillis > interval) {

    digitalWrite(EV_1,HIGH); // La Primera EV absorbe el agua destilada
    digitalWrite(EV_2,HIGH); // La Segunda EV desecha al bote

    analogWrite (bomba_1,255); // Se pone el máximo valor, ya que queremos que este
proceso sea al 100 % de velocidad
    analogWrite (bomba_2,255); // Se pone el máximo valor, ya que queremos que este
proceso sea al 100 % de velocidad

    if(currentMillis - previousMillis > interval_2) {

        lcd.setCursor(0,0);          // Cursor a linea 1, posición 0
        lcd.print(" Pulse enter "); //
        lcd.setCursor(0, 2);        // Cursor a linea 1, posición 0
        lcd.print(" para Salir "); //

        lcd_key =read_buttons();
        delay(200);

        if(lcd_key == Select) {
            opcMenu = -1; // Al pulsar botón select (para acceder a esa opción) se actualiza la
opción de menú elegida según donde esta el cursor ahora.

            analogWrite (bomba_1,0);
            analogWrite (bomba_2,0);
            n=0;
            } //if(lcd_key == Select)
        } // if(currentMillis - previousMillis > interval_2)
        } // if(currentMillis - previousMillis > interval)
    } while(opcMenu != -1);

    opcMenu = -2;

} // menu2

///////////////////////////////// Funciones externas/////////////////////////////////

int read_buttons() { // función lectura de botones
    key = analogRead(0); // Leemos A0
    // El valor analógico de los botones dan (en la simulación):, 141(up), 323(down),
742(select), 102(done)

```

```

    if (key < 110) return None; //Si no se pulsa nada salimos 102
    if (key < 150) return Up; // boton UP 141
    if (key < 350) return Down; // boton Down 326
    if (key < 750) return Select; // boton Select 742
} // read_buttons

/*-----*/

void funcionamiento() { // función selección de dirección del fluido

    lcd.setCursor(0,0); // Cursor a linea 1, posición 0
    lcd.print("Seleccione opcion"); //
    if(n==0) {

        lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 1, posición 0
        lcd.print("  NORMAL  "); //
        return;
    }

    if (n==1) {

        lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 1, posición 0
        lcd.print("LIMPIEZA PARCIAL"); //
        return;
    }

    if (n==2) {

        lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 1, posición 0
        lcd.print(" LIMPIEZA TOTAL "); //
        return;
    }

    if(n==3) {
        lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 1, posición 0
        lcd.print(" Salir "); //
        return;
    }
} //int selec_dir_fluido()

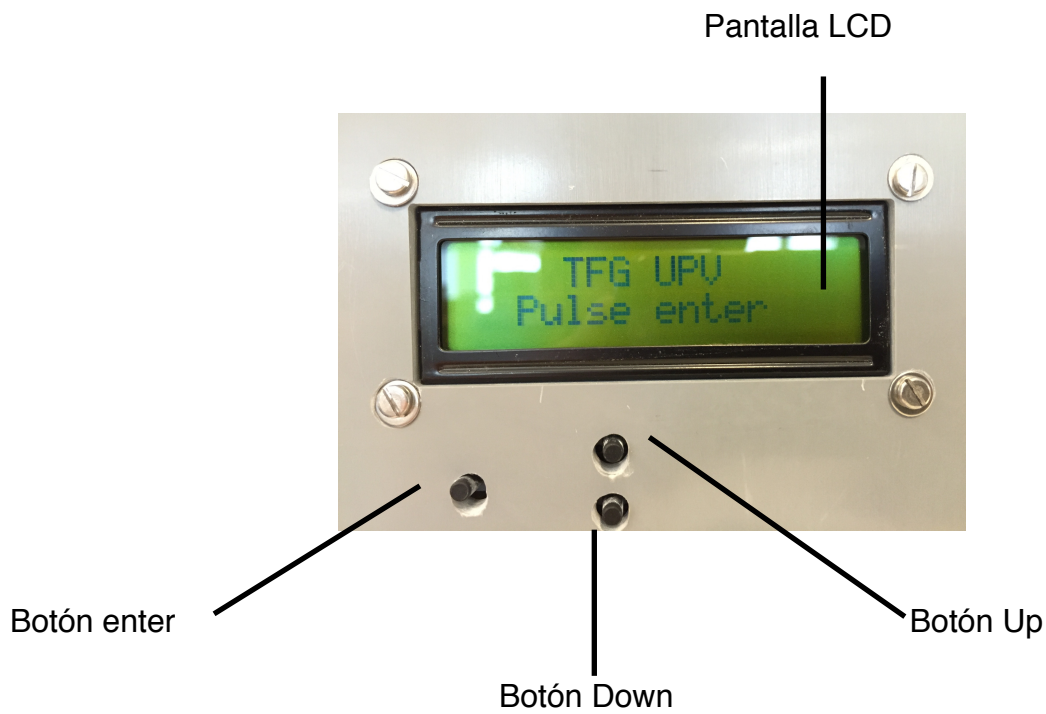
/*-----*/
void vel_bombas(){
    lcd.setCursor(0,0); // Cursor a linea 1, posición 0
    lcd.print("Sel. velocidad: "); //
    lcd.setCursor(0, 2); // Cursor a linea 2, posición 0
    lcd.print(vel);
    return;
} //int vel_bombas()

/*-----*/

```


3. Manual de usuario

3.1. Interfaz de usuario



3.2. Encendido

El equipo se enciende conectando el cable de red IEC hembra y el interruptor situado en la parte derecha de este.



3.3. Modo funcionamiento recirculación de fluido muestra.

1. En la pantalla principal presione el botón enter.



2. Con los botones Up y Down seleccione la opción normal y vuelva a presionar enter.

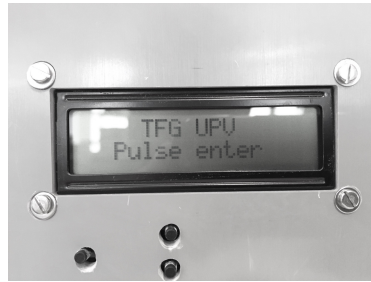


3. Con los botones Up y Down seleccione la velocidad en % de las bombas y presione enter. Estas funcionarán de inmediato.



3.4. Modo funcionamiento limpieza parcial.

1. En la pantalla principal presione el botón enter.



2. Con los botones Up y Down seleccione la opción limpieza parcial y vuelva a presionar enter.



3. En la pantalla aparecerá el siguiente mensaje durante un tiempo de limpieza



4. Pasado un tiempo aparecerá el siguiente mensaje, cuando el veamos el sistema limpio presionamos enter para parar las bombas.



Nota: Este intervalo tiene tiempo suficiente como para limpiar el circuito pequeño (LIMPIEZA PARCIAL)

3.5. Modo funcionamiento limpieza total.

1. En la pantalla principal presione el botón enter.



2. Con los botones Up y Down seleccione la opción limpieza y vuelva a presionar enter.



3. En la pantalla aparecerá el siguiente mensaje durante un tiempo de limpieza.



4. Pasado un tiempo aparecerá el siguiente mensaje, cuando el veamos el sistema limpio presionamos enter para parar las bombas.

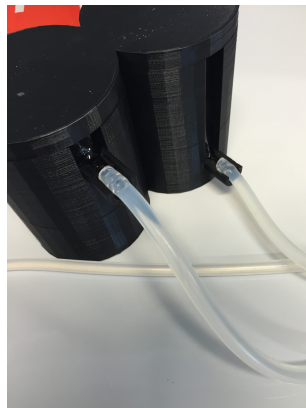
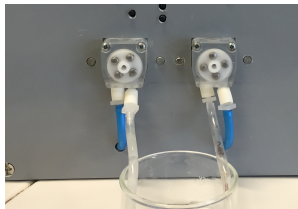


Nota: Este intervalo es suficiente para la LIMPIEZA TOTAL de esta forma tenemos el agua destilada tiempo suficiente para limpiar todo el sistema. se puede añadir al frasco de muestra un poco de agua destilada, una vez vaciado de muestra para ayudar con la limpieza.

3.6. Instalación/Conexión.

Procedimiento básico.

1. Desconecte el cable de alimentación del sistema.
2. Abra la tapa delantera.
3. Conecte los tubos de silicona en los terminales de las electroválvulas.
4. Presente los componentes en su lugar introduciendo los tubos de silicona por sus orificios.
5. Fije todos los componentes adecuadamente.
6. Conecte todos los cables correctamente (Esquema de conexiones. Pagina 38).
7. Cierre la tapa delantera.
8. Conecte los tubos de silicona a las bombas y los vasos.



9. Conecte el cable de alimentación.

CUIDADO Y MANTENIMIENTO

1. Limpiar con un paño suave ligeramente húmedo. Siempre que la unidad este apagada.
2. Mantener lejos de cualquier fuente de calor.
3. Apagar la fuente de alimentación cuando el equipo no este en funcionamiento.
4. No obstaculizar las guías del ascensor con ningún objeto ni partes del cuerpo.
5. No cortar ningún tipo de cable, ni realizar empalmes.
6. No sustituir los motores por otros de más potencia.



Advertencia

- El equipo utiliza dos fuentes de alimentación, conecta adecuadamente en los terminales que corresponda.
- Desconecte el cable de red siempre que se vaya a manipular el interior de la caja.
- Conecte el cable de tierra al chasis de las fuentes de alimentación.
- Para evitar cortocircuito, utilice cinta de vinilo para aislar los cables en caso de que estén pelados o sustituya por unos nuevos.



Precaución

- Para fines de seguridad, deje que un profesional realice el cableado y el montaje. Consulte el trafico de conexiones.
- Mantenga alejado el equipo del agua.
- Si se observa alguna fuga de fluidos desconecte el equipo y revise las conexiones de los tubos.



Información acerca de la eliminación de equipos eléctricos, electrónicos y baterías al final de la vida útil (aplicable a los países de la Unión Europea que hayan adoptado sistemas independientes de recogida de residuos)

Los productos y las baterías con el símbolo de un contenedor con ruedas tachado no pondrán ser desechados como residuos domésticos.

Los equipos eléctricos, electrónicos y baterías al final de la vida útil, deberán ser reciclados en instalaciones que puedan dar el tratamiento adecuado a estos productos y a sus subproductos residuales correspondientes.

Póngase en contacto con su administrador local para obtener información sobre el punto de recogida más cercano. Un tratamiento correcto del reciclaje y la eliminación de residuos ayuda a conservar los recursos y evita al mismo tiempo efectos perjudiciales en la salud y el medio ambiente.

4. Documentación técnica

4.1. Alimentación 24 V

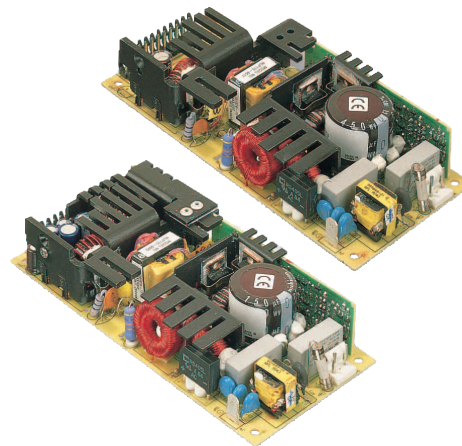
Embedded Power for
Business-Critical Continuity

Rev. 02.10.09_152
NLP110 Series
1 of 4

NLP110 Series

Single and Triple Output

Total Power: 80-110 Watts
Input Voltage: 90-264 VAC
of Outputs: Single, Triple



Special Features

- Provides low voltage outputs
- Compliance to EN61000-3-2 (Power Factor = 0.98)
- 90 Vac to 264 Vac universal input range
- UL, CSA and VDE safety approvals and CE-Marked to LVD
- Overvoltage and short circuit protection
- VDE0871-B, EN55022-B, EN55011-B conducted noise
- VDE0871-A, EN55022-A, EN55011-A radiated noise
- Meets all applicable and relevant immunity standards EN61000-4-2,4,5 and 6
- RoHS compliant
- 2 year warranty

Safety

- VDE0805/EN60950/IEC950 File No. 10401-3336-1096
- UL1950 File No. E136005
- CSA C22.2 No. 950 File No. LR41062
- CCC Mark

Electrical Specifications

Input		
Input range:	Universal input (See Note 6)	90-264 Vac
Frequency:		47-63 Hz
Input surge current: (cold start)	120 Vac 230 Vac	18 A max. 35 A max.
Safety ground leakage current:	120 Vac, 60 Hz 230 Vac, 50 Hz	0.45 mA 0.75 mA
Input current:	120 Vac @ 80 W 120 Vac @ 110 W 230 Vac @ 80 W 230 Vac @ 110 W	0.9 A rms 1.3 A rms 0.48 A rms 0.7 A rms
Input fuse:	UL/IEC127	F3.15A H, 250 Vac
Output		
Total regulation: (line and load)	Main output Auxiliary outputs	±2.0% ±5.0%
Rise time:	At turn-on	1.0 s, max.
Transient response:	Main output 75% to 100% step at 0.1 A μs	5.0% or 250 mV max. dev., 1 ms max. recovery to 1%
Temperature coefficient:		±0.02%/°C
Overvoltage protection:	Main outputs	125%, ±10%
Short circuit protection:	Cyclic operation	Continuous
Minimum output current:	Single and multiple	See table

All specifications are typical at nominal input, full load at 25 °C unless otherwise stated.

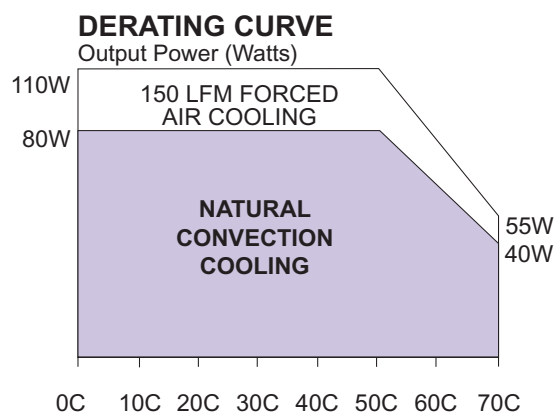
ARTESYN®

EMERSON
Network Power

EMC Characteristics		
Conducted emissions:	EN55022, FCC part 15	Level B
Radiated emissions:	EN55022, FCC part 15	Level A
Harmonic current emission correction:	EN61000-3-2	Compliant
ESD air:	EN61000-4-2	Level 3
ESD contact:	EN61000-4-2	Level 3
Surge:	EN61000-4-5	Level 3
Fast transients:	EN61000-4-4	Level 3
Radiated immunity:	EN61000-4-3	Level 3
Conducted immunity:	EN61000-4-6	Level 3
General Specifications		
Hold-up time:	120 Vac, 60 Hz	16.7 ms @ 110 W
Efficiency:	120 Vac, 80 W (-9905J)	75% min.
Isolation voltage:	Input/output Input/chassis	3000 Vac 1500 Vac
Approvals and standards pending:	EN60950, VDE0805, IEC950, UL1950, CSA C22.2 No. 950	
Weight:		283 g (10 oz)
MTBF demonstrated:	MIL-HDBK-217F	220,000 hours min.

Environmental Specifications

Thermal performance:	Operating, ambient (see derating curve)	0° C to +50 °C
	Non-operating	-40 °C to +85 °C
	50 °C to 70 °C ambient convection cooled	Derate to 50% load
	0 °C to +50 °C, ambient convection cooled	80 W
	0 °C to +50 °C, ambient, 150 LFM forced air	110 W
	Peak (0 °C to +50 °C, 60 s)	(See Note 3)
Relative humidity:	Non-condensing	5% to 95% RH
Altitude:	Operating	10,000 feet max.
	Non-operating	30,000 feet max.
Vibration (See Note 5):	5-500 Hz	2.4 G rms peak
Shock	per MIL-STD-810E	516.4 Part IV

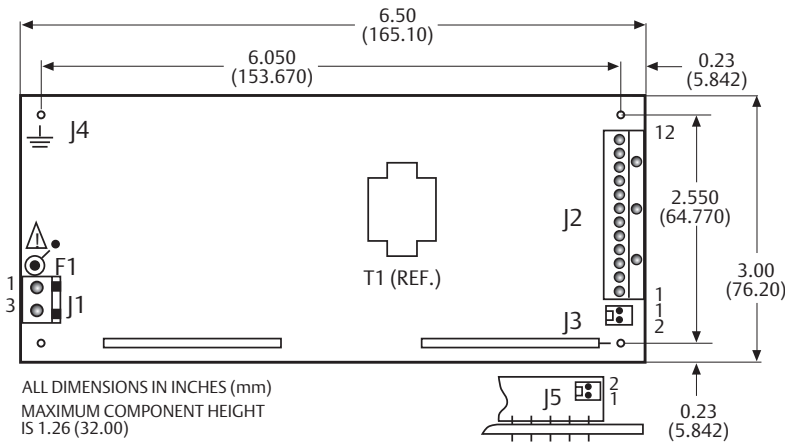


Ordering Information

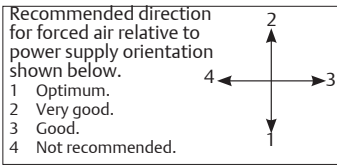
Output Voltage	Min ⁽⁶⁾	Max ⁽¹⁾	150 LFM ⁽²⁾	300 LFM ⁽³⁾	Peak ⁽⁴⁾	Ripple ⁽⁵⁾	Total Regulation	Model Numbers ^(7, 14, 15)
+5 V	0.5 A	15 A	22 A	22 A	22 A	50 mV	± 2.0%	NLP110-9605J
+12 V	0.3 A	6.4 A	9.2 A	9.2 A	11.5 A	120 mV	± 2.0%	NLP110-9612J
+48 V	0 A	1.6 A	2.3 A	2.3 A	2.5 A	240 mV	± 2.0%	NLP110-9617J
+24 V	0.2 A	3.2 A	4.6 A	4.6 A	6.0 A	240 mV	± 2.0%	NLP110-9624J
+5 V (A)	0.5 A	13 A	16 A	18 A	18 A	50 mV	± 2.0%	NLP110-9693J
+3.3 V (B)	0.2 A	13 A	16 A	20 A	20 A	50 mV	± 2.0%	
+12 V	0 A	0.65 A	1 A	1 A	1 A	120 mV	± 5.0%	
+3.3 V (A)	0.5 A	13 A	16 A	20 A	22 A	50 mV	± 2.0%	NLP110-9694J
+2.5 V (B)	0.1 A	13 A	16 A	20 A	22 A	50 mV	± 2.0%	
+12 V	0 A	0.65 A	1 A	1 A	1 A	120 mV	± 5.0%	
+12 V (A)	0.2 A	6.5 A	8.5 A	8.5 A	10 A	120 mV	± 2.0%	NLP110-9695J
+3.3 V (B)	0.5 A	13 A	16 A	20 A	22 A	50 mV	± 2.0%	
-12 V	0 A	0.65 A	1 A	1 A	1 A	120 mV	± 5.0%	
+12 V (A)	0.2 A	6.5 A	8.5 A	8.5 A	10 A	120 mV	± 2.0%	NLP110-9608J
+5 V (B)	0.2 A	13 A	16 A	18 A	22 A	50 mV	± 2.0%	
-12 V	0 A	0.65 A	1 A	1 A	1 A	120 mV	± 5.0%	

Notes

- Free air convection.
Multiple output units: maximum continuous output power not to exceed 80 W.
For -9693J; $I_{3.3V} = 13 \text{ A max.}; I_{5.0V} = 13 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{5.0V} \leq 16 \text{ A}$.
For -9694J; $I_{3.3V} = 13 \text{ A max.}; I_{2.5V} = 13 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{2.5V} \leq 16 \text{ A}$.
For -9695J; $I_{3.3V} = 13 \text{ A max.}; I_{12V} = 6.5 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{12V} \leq 16 \text{ A}$.
For -9608J; $I_{5.0V} = 13 \text{ A max.}; I_{12V} = 6.5 \text{ A max.}; I_{5.0V} + I_{12V} \leq 16 \text{ A}$.
Single output units: maximum continuous output power not to exceed; 75 W on -9905J; 76.8 W on -9912J, -9924J, and -9917J.
- 150 LFM forced air cooling from L4 side.
Multiple output units: maximum continuous output power not to exceed 105 W.
For -9693J; $I_{3.3V} = 16 \text{ A max.}; I_{5.0V} = 16 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{5.0V} \leq 20 \text{ A}$.
For -9694J; $I_{3.3V} = 16 \text{ A max.}; I_{2.5V} = 16 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{2.5V} \leq 20 \text{ A}$.
For -9695J; $I_{3.3V} = 16 \text{ A max.}; I_{12V} = 8.5 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{12V} \leq 20 \text{ A}$.
For -9608J; $I_{5.0V} = 16 \text{ A max.}; I_{12V} = 8.5 \text{ A max.}; I_{5.0V} + I_{12V} \leq 20 \text{ A}$.
Single output units: maximum continuous output power not to exceed 110 W for all models.
- 300 LFM forced air cooling from L4 side.
Multiple output units: maximum continuous output power not to exceed 110 W.
For -9693J; $I_{3.3V} = 20 \text{ A max.}; I_{5.0V} = 18 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{5.0V} \leq 22 \text{ A}$.
For -9694J; $I_{3.3V} = 20 \text{ A max.}; I_{2.5V} = 20 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{2.5V} \leq 22 \text{ A}$.
For -9695J; $I_{3.3V} = 20 \text{ A max.}; I_{12V} = 8.5 \text{ A max.}; I_{3.3V} + I_{12V} \leq 22 \text{ A}$.
For -9608J; $I_{5.0V} = 20 \text{ A max.}; I_{12V} = 8.5 \text{ A max.}; I_{5.0V} + I_{12V} \leq 22 \text{ A}$.
Single output units: maximum continuous output power not to exceed 110 W for all models.
- Peak output current lasting less than 30 seconds with duty cycle less than 5%. During peak loading, output voltage may exceed total regulation limits.
- Figure is peak-to-peak for convection power rating. Output noise measurements are made across a 20 MHz bandwidth using a 6' twisted pair, terminated with a 10 μF electrolytic capacitor and a 0.1 μF ceramic capacitor.
- Minimum load required for correct start-up and operation on single outputs and on main output of multiple versions. Failure to observe minimum load on main output will not allow the supply to start-up correctly. Some electronic test loads have a large delay time before they start drawing current even though the voltage from the supply is present. During this time delay, there is no load on the output and as a result, the supply cannot start-up properly and maintain its correct output voltage. In these instances, a dummy resistive load across the output may be necessary to load the output of the supply until the test load can function correctly and draw the intended minimum load. Minimum load required on auxiliary outputs to maintain regulation.
- For models NLP110-9608J and NLP110-9695J, the 12 V output is floating. For -12 V output, pin 11 on J2 has to be connected to Return making pin 12 the -12 V output.
- Three orthogonal axes, random vibration 10 minutes for each axis, 2.4 G rms 5 Hz to 500 Hz.
- For optimum reliability, no part of the heatsink should exceed 110 °C, and no semiconductor case temperature should exceed 120 °C.
- CAUTION: Allow a minimum of 1 second after disconnecting line power when making thermal measurements.
- This product is only for inclusion by professional installers within other equipment and must not be operated as a stand alone product.
- The EMI specifications reference measurements made with the power supply mounted on a grounded metal sheet extending 1 inch beyond each edge, using an unshielded cable. No external filtering required during conducted emissions testing but some applications may require additional filtering to achieve system compliance. A line choke, (ac input cords looped twice through an EMI suppression toroid) was used during radiated emissions testing. Considerable radiated testing in 1U six-sided boxes has shown that units can meet level B in typical systems. Application support is available from the factory to assist with EMI compliance.
- All models require a minimum mounting stand-off of 6.35 mm (0.25 inches) in the end use product.
- The 'J' suffix indicates that these parts are Pb-free (RoHS 6/6) compliant.
- NOTICE: Some models do not support all options. Please contact your local Emerson Network Power representative or use the on-line model number search tool at <http://www.PowerConversion.com/products>.



ALL DIMENSIONS IN INCHES (mm)
MAXIMUM COMPONENT HEIGHT
IS 1.26 (32.00)



Input Pin Connections	
J1	
Pin 1	AC Neutral
Pin 2	No Connection
Pin 3	AC Line
J3	
Pin 1	V (A) Sense +
Pin 2	V (A) Sense -
J4	
Pin 1	Safety Earth
J5	
Pin 1	V (B) Sense +
Pin 2	V (B) Sense -

Output Pin Connections		
J2	Single	Triple
Pin 1	No Connection	V (B)
Pin 2	No Connection	V (B)
Pin 3	No Connection	V (B)
Pin 4	Return	Return
Pin 5	Return	Return
Pin 6	Return	Return
Pin 7	Return	Return
Pin 8	V (A)	V (A)
Pin 9	V (A)	V (A)
Pin 10	V (A)	V (A)
Pin 11	No Connection	V (C)
Pin 12	No Connection	V (C) Return ⁽⁷⁾

Input and output connectors

AC (J1) connector type
Molex 26-60-4030 or equivalent.

DC (J2) connector type
12 position Molex Spox type 26-48
1125 or equivalent.

Sense (J3) connector type
Molex 22-23-2021 or equivalent.

Earth (J4) connector type
Male 0.250 quick disconnect.

Sense (J5) connector type
Leoco 2421P02H000.

Mating connectors

AC (J1) mating connector type
Molex 09-50-3031 or equivalent with Molex 08-50-0105
or equivalent crimp terminals.

DC (J2) mating connector type
Molex Spox type 26-03-3121 and contact 08-52-0113.

Sense (J3) mating connector type
Molex 22-01-3027 and contact 08-50-0113.

Earth (J4) mating connector type
Molex 90028.

Sense (J5) mating connector type
Leoco 2420S020000 and contact 2453TPB00V1.

Americas

5810 Van Allen Way
Carlsbad, CA 92008
USA
Telephone: +1 760 930 4600
Facsimile: +1 760 930 0698

Europe (UK)

Waterfront Business Park
Merry Hill, Dudley
West Midlands, DY5 1LX
United Kingdom
Telephone: +44 (0) 1384 842 211
Facsimile: +44 (0) 1384 843 355

Asia (HK)

14/F, Lu Plaza
2 Wing Yip Street
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
Telephone: +852 2176 3333
Facsimile: +852 2176 3888

For global contact, visit:

www.PowerConversion.com
techsupport.embeddedpower@emerson.com

While every precaution has been taken to ensure accuracy and completeness in this literature, Emerson Network Power assumes no responsibility, and disclaims all liability for damages resulting from use of this information or for any errors or omissions.

Emerson Network Power.
The global leader in enabling
business-critical continuity.

- AC Power
- Connectivity
- DC Power
- Embedded Computing
- **Embedded Power**
- Monitoring
- Outside Plant
- Power Switching & Controls
- Precision Cooling
- Racks & Integrated Cabinets
- Services
- Surge Protection

EmersonNetworkPower.com

Emerson Network Power and the Emerson Network Power logo are trademarks and service marks of Emerson Electric Co.
©2008 Emerson Electric Co.

4.2. Alimentación 12 V

PD Series

40-110 WATTS WIDE INPUT

Features

- Low cost
- 100% burn-in
- Small size, light weight
- Overvoltage protection
- Overcurrent protection
- Three wide input ranges:
10–30VDC, 20–60VDC, 30–90VDC



Specifications

INPUT

Input voltage	10–30VDC (PD40 & 65 – L series) 20–60VDC (PD40 & 65 – M series) 30–90VDC (PD40 & 65 – H series) 10–20VDC (PD110 – L series) 18–36VDC (PD110 – M series) 36–72VDC (PD110 – H series)
Input current	4.1A (rms) for 24VDC typical for PD65 2.1A (rms) for 48VDC typical for PD65 1.5A (rms) for 72VDC typical for PD65

OUTPUT

Output voltage/current	See rating chart
Total output power	40W, 65W and 110W
Ripple & noise	1% pk-pk max.
Overvoltage protection	Set at 112–132% of its nominal output voltage
Overcurrent protection	All outputs protected to short circuit conditions
Temperature coefficient	All outputs $\pm 0.04\%$ per °C maximum
Transient response	Maximum excursion of 4% or better on all models, recovering to 1% of final value within 500 μ s after a 25% step load change
Output derating	See notes

OPERATING

MTBF	100,000 hours minimum at full load at 25°C ambient
Switching frequency	32kHz ± 5 kHz
Efficiency	70% minimum at full load
Line regulation	$\pm 0.5\%$ maximum at full load
Withstand voltage	1000VDC from input to output

ENVIRONMENTAL

Operating temperature	0°C to +70°C
Derating	Derate from 100% at +50°C linearly to 50% at +70°C
Storage temperature	-40°C to +85°C
Relative humidity	5%–95% non-condensing

STANDARDS AND APPROVALS

C-tick	AS/NZCISPR11 Group 1, Class A
--------	-------------------------------

PD Series

40-110 WATTS WIDE INPUT

Selection Table PD40 SERIES (40W)

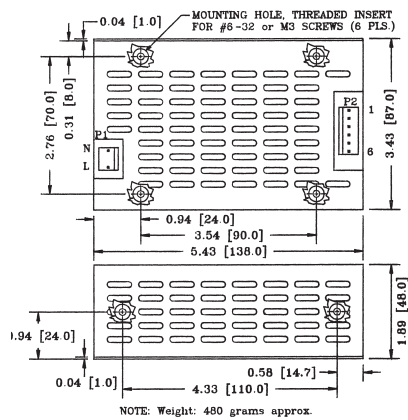
MODEL NUMBER	OUTPUT #1				OUTPUT #2				OUTPUT #3				MAXIMUM OUTPUT POWER
	VNOM.	IMIN.	IMAX.	TOL.	VNOM.	IMIN.	IMAX.	TOL.	VNOM.	IMIN.	IMAX.	TOL.	
PD40-10	5V	0A	8.0A	2%									40W
PD40-12	12V	0A	3.5A	1%									40W
PD40-13	15V	0A	3.0A	1%									40W
PD40-14	24V	0A	2.0A	1%									40W
PD40-23	+5V	0.5A	3.0A	3%	+12V	0.2A	2A	5%					40W
PD40-24	+5V	0.5A	3.0A	3%	+15V	0.2A	2A	5%					40W
PD40-25	+5V	0.5A	3.0A	3%	+24V	0.1A	1A	5%					40W
PD40-30	+5V	0.5A	3.0A	3%	+12V	0.2A	2A	5%	-5V	0A	0.8A	5%	40W
PD40-31	+5V	0.5A	3.0A	3%	+12V	0.2A	2A	5%	-12V	0A	0.8A	5%	40W
PD40-32	+5V	0.5A	3.0A	3%	+15V	0.2A	2A	5%	-15V	0A	0.8A	5%	40W
PD40-33	+5V	0.5A	3.0A	3%	+15V	0.2A	2A	5%	-12V	0A	0.8A	5%	40W
PD40-39	+5V	0.5A	3.0A	3%	+24V	0.1A	1A	5%	-12V	0A	0.8A	5%	40W

NOTES

- All multi-output units may be operated at no load without damage. At no load, output tolerance increases to 10%
- Suffix codes for mechanical format and input range are as follows. PD40-XYZ; "XX" is the model code from the above table, "Y" is the input range (L = 10-30VDC, M = 20-60VDC, H = 30-90VDC) and "Z" is the mechanical format (A = open PCB, B=L-bracket, C=enclosed), eg, PD40-31MC (20-60VDC input range, enclosed).
- "L" series is suitable only for 75% of the above stated maximum output power.

Technical Illustration

PD40 ENCLOSED



NOTES

- Dimensions shown in inch (mm)
- Tolerance 0.02 (0.5) maximum
- Input connector mates with Molex housing 09-50-3041 and Molex 2878 series crimp terminal
- Output connector mates with Molex housing 09-50-3061 and Molex 2878 series crimp terminal
- Weight: 300 grams approx (PCB format)
- For the mechanical details of L-bracket and enclosed formats please consult sales office

Pin Chart

MODEL	PIN 1	PIN 2	PIN 3	PIN 4	PIN 5	PIN 6
PD40-10 PD40-12	OUTPUT	OUTPUT	OUTPUT	RETURN	RETURN	RETURN
PD40-13 PD40-14	#1	#1	#1			
PD40-23 PD40-24	OUTPUT	OUTPUT	OUTPUT	COMMON	COMMON	N/C
PD40-25	#2	#1	#1	RETURN	RETURN	
PD40-30 PD40-31	OUTPUT	OUTPUT	OUTPUT	COMMON	COMMON	OUTPUT
PD40-32 PD40-33	#2	#1	#1	RETURN	RETURN	#3
PD40-39						

PD Series

40-110 WATTS WIDE INPUT

Selection Table PD110 SERIES (110W)

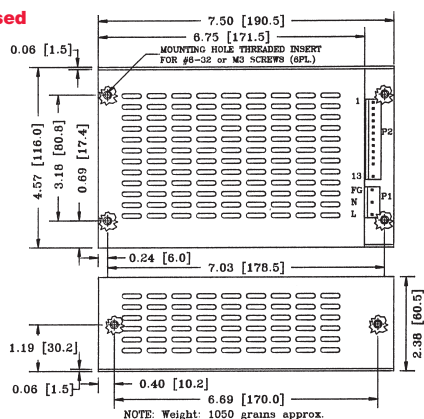
MODEL NUMBER	OUTPUT #1				OUTPUT #2				OUTPUT #3				OUTPUT #4				MAXIMUM OUTPUT POWER	
	VNOM.	IMIN.	IMAX.	TOL.	VNOM.	IMIN.	IMAX.	IPEAK	TOL.	VNOM.	IMIN.	IMAX.	TOL.	VNOM.	IMIN.	IMAX.		TOL.
PD110-10	5V	0A	22A	3%														110W
PD110-12	12V	0A	9.0A	2%														110W
PD110-13	15V	0A	7.5A	2%														110W
PD110-14	24V	0A	4.5A	2%														110W
PD110-16	30V	0A	3.6A	2%														110W
PD110-23	+5V	0A	10A	3%	+12V	0A	5A	9.0A	3%									110W
PD110-31	+5V	0A	10A	3%	+12V	0A	5A	9.0A	3%	-12V	0A	1A	4%					110W
PD110-32	+5V	0A	10A	3%	+15V	0A	4A	7.5A	3%	-15V	0A	1A	4%					110W
PD110-40	+5V	0A	10A	3%	+12V	0A	5A	9.0A	3%	-12V	0A	1A	4%	-5V	0A	1A	4%	110W
PD110-41	+5V	0A	10A	3%	+15V	0A	4A	7.5A	3%	-15V	0A	1A	4%	+24V	0A	1A	4%	110W
PD110-42	+5V	0A	10A	3%	+12V	0A	5A	9.0A	3%	-12V	0A	1A	4%	+12V	0A	1A	4%	110W
PD110-45-1	+5V	0A	10A	3%	+12V	0A	5A	9.0A	3%	-12V	0A	1A	4%	+24V	0A	1.5A	10%	110W
PD110-45-2	+5V	0A	10A	3%	+24V	0A	3A	5.0A	3%	-12V	0A	1A	4%	+12V	0A	1A	4%	110W
PD110-46	+5V	0A	10A	3%	+15V	0A	4A	7.5A	3%	-15V	0A	1A	4%	-5V	0A	1A	4%	110W

NOTES

1. Peak output current with 10% maximum duty cycle for less than 60 seconds.
2. PD110 "M" & "H" series are suitable only for 110W maximum at 20 CFM forced air cooling or 80W maximum at convection cooling. PD110 "L" series are suitable only for 90W maximum at 20 CFM forced air cooling or 70W maximum at convection cooling.
3. Suffix codes for input range, mechanical format and connector are as follows: PD110-X1X2X3X4X5, "X1X2" is the model code from the above table, "X3" is the input range (L = 10-20VDC, M = 18-36VDC, H = 36-72VDC), "X4" is the mechanical format (A = open PCB, B = L-bracket, C = enclosed) and "X5" is the input and output connector code (Blank + Molex KK type, T = miniature terminal block), eg, PD110-31MCT (18-36VDC input range, enclosed format and miniature terminals blocks).

Technical Illustration

PD110 Enclosed



NOTES

1. Dimensions shown in inch (mm)
2. Tolerance 0.02 (0.5) maximum
3. Molex KK type connectors:
Input connector mates with Molex housing 09-50-3051 and Molex 2878 series crimp terminal
Output connector mates with Molex housing 09-50-3131 and Molex 2878 series crimp terminal
4. Miniature terminal blocks:
Input terminals allow wires up to 2mm² (AWG #14)
Output terminals allow wires up to 2mm² (AWG #14)
5. Weight: 640 grams (PCB format)
6. For the mechanical details of L-bracket and enclosed formats please consult sales office

Pin chart

MINI TERMINAL MOLEX CONNECTOR MODEL		1	2	3	4	5	6
		1,2,3	4,5	6,7	8,9	10	11
PD110-10	PD110-12	OUTPUT	RETURN	RETURN	OUTPUT	N/C	N/C
PD110-13	PD110-14	#1			#1		
PD110-16							
PD110-23		OUTPUT	COMMON	COMMON	OUTPUT	N/C	N/C
		#1	RETURN	RETURN	#2		KEY
PD110-31	PD110-32	OUTPUT	COMMON	COMMON	OUTPUT	N/C	OUTPUT
		#1	RETURN	RETURN	#2		#3
PD110-40	PD110-41	OUTPUT	COMMON	COMMON	OUTPUT	N/C	OUTPUT
PD110-42	PD110-45-1	#1	RETURN	RETURN	#2		#3
PD110-45-2	PD110-46						

Your dependable power partner – www.powerbox.com.au

4.3. Bombas peristálticas



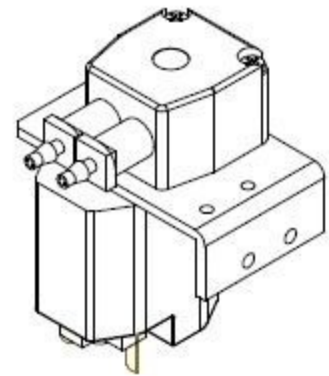
Specification Sheet

100 series DC powered Pumps

Drawing sheet 1, Brushed DC Motors of 5, 10, 35, 70 & 140 rpm (last updated May 2013)



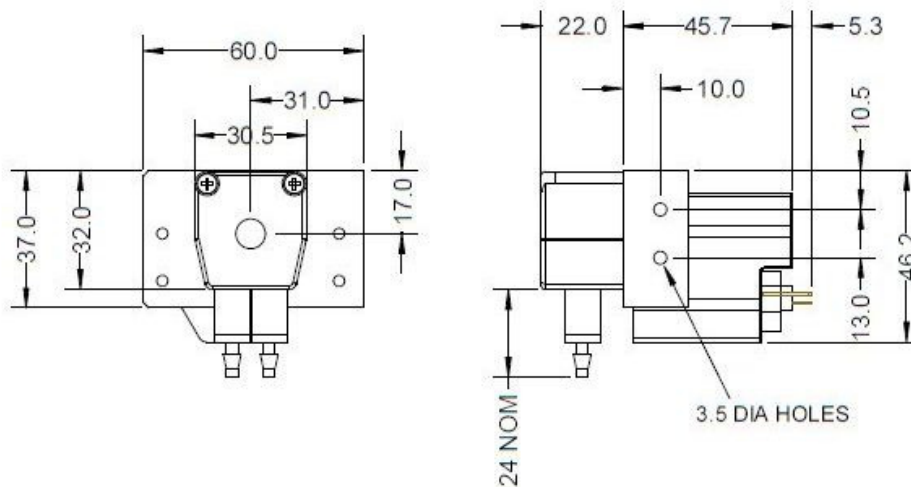
The micro range of peristaltic pumps was designed by the Williamson Manufacturing Company to offer the OEM a low cost compact and reliable means of dosing a wide range of liquids. As with all peristaltic pumps they have excellent suction performance, self-priming up to 5 metres from dry and capable of pumping up to 10m head pressure. Peristaltic pumps offer a good level of accuracy and repeatability and as only the tube contacts the pumped media, they are corrosion resistant, easy to clean and inexpensive to maintain. The 100 series pump heads have an ABS housing, 2 or 4 ground stainless steel rollers, and an acetal roller assembly to ensure durability and performance. Flow rates differ for the 2 and 4 roller assemblies and according to tube size, from <math><1\text{ml}/\text{min}</math> up to 18 ml/min



The easiest way to place an order or check prices is via our online shop at <http://www.williamson-shop.co.uk> but please contact us for any requirements not listed or to place an order over the phone.

Please note the drawing on this sheet illustrates Brushed DC Motors of 5, 10, 35, 70 & 140 rpm.

Important: The standard version of this pump is supplied sealed so the tube cannot be changed. The pump has been designed so that when the pump head has worn out it is changed as a whole. We are able to supply pumpheads unsealed for customers that wish to change the tubing periodically. Please contact our office for details.



Williamson Manufacturing Company Ltd

The Street, Poyning, West Sussex, BN45 7AQ, United Kingdom.

Tel +44(0)1273 857752 Fax +44(0)1273 857511 Web www.wmcpumps.com

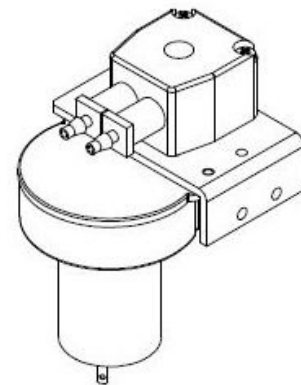
The Williamson Manufacturing Company Ltd provides no warranty on usage of pumps. We recommend that life tests be carried out prior to use. This information is given in good faith and believed to be correct and current at time of publishing. We cannot accept responsibility for its inaccuracy or any errors or omissions contained herein. Copyright The Williamson Manufacturing Company Ltd 2015

100 series DC powered Pumps

Drawing sheet 2, Brushed DC Motors of 120, 150, 220, & 330 rpm (last updated May 2013)



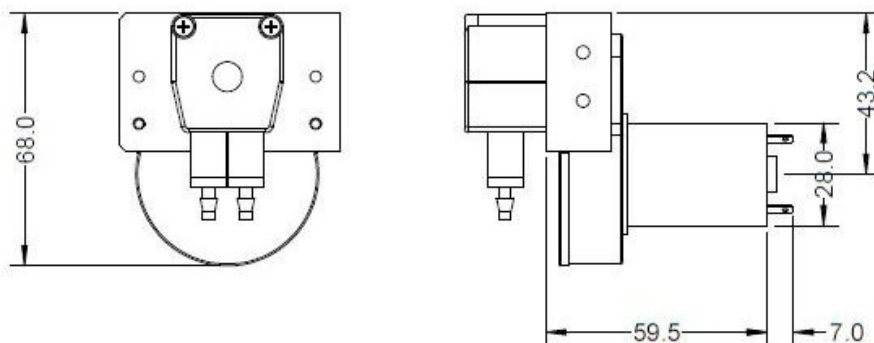
The micro range of peristaltic pumps was designed by the Williamson Manufacturing Company to offer the OEM a low cost compact and reliable means of dosing a wide range of liquids. As with all peristaltic pumps they have excellent suction performance, self-priming up to 5 metres from dry and capable of pumping up to 10m head pressure. Peristaltic pumps offer a good level of accuracy and repeatability and as only the tube contacts the pumped media, they are corrosion resistant, easy to clean and inexpensive to maintain. The 100 series pump heads have an ABS housing, 2 or 4 ground stainless steel rollers, and an acetal roller assembly to ensure durability and performance. Flow rates differ for the 2 and 4 roller assemblies and according to tube size, from <1ml/min up to 18 ml/min



The easiest way to place an order or check prices is via our online shop at <http://www.williamson-shop.co.uk> but please contact us for any requirements not listed or to place an order over the phone.

Please note the drawing on this sheet illustrates Brushed DC Motors of 120, 150, 220, & 330 rpm.

Important: The standard version of this pump is supplied sealed so the tube cannot be changed. The pump has been designed so that when the pump head has worn out it is changed as a whole. We are able to supply pumpheads unsealed for customers that wish to change the tubing periodically. Please contact our office for details.



Williamson Manufacturing Company Ltd

The Street, Poynings, West Sussex, BN45 7AQ, United Kingdom.
 Tel +44(0)1273 857752 Fax +44(0)1273 857511 Web www.wmcpumps.com

The Williamson Manufacturing Company Ltd provides no warranty on usage of pumps. We recommend that life tests be carried out prior to use. This information is given in good faith and believed to be correct and current at time of publishing. We cannot accept responsibility for its inaccuracy or any errors or omissions contained herein. Copyright The Williamson Manufacturing Company Ltd 2015

100 series with DC powered motors

Specification Sheet 1 (last updated May 2013)



The 100 series, micro range of peristaltic pumps offer OEM's a low cost, compact and reliable means of dosing a wide range of liquids. They are available in various configurations of tubing type/ID bore as detailed below. The easiest way to place an order or check prices is via our online shop at <http://www.williamson-shop.co.uk> but please contact us for any requirements not listed or to place an order over the phone. **Important: The standard version of this pump is supplied sealed so the tube cannot be changed. The pump has been designed so that when the pump head has worn out it is changed as a whole. We are able to supply pumpheads unsealed for customers that wish to change the tubing periodically. Please contact our office for details.**

Model No	Series	ml/min	Rollers	RPM	Voltage	Tube id/material	mA
100.035.006.008/2	100 series pump	1	2	35rpm	6vDC	0.8mm silicone.	300
100.035.006.008/4	100 series pump	1	4	35rpm	6vDC	0.8mm silicone.	300
100.035.006.016/2	100 series pump	4	2	35rpm	6vDC	1.6mm silicone.	300
100.035.006.016/4	100 series pump	3	4	35rpm	6vDC	1.6mm silicone.	300
100.035.006.030/2	100 series pump	9	2	35rpm	6vDC	3mm silicone.	300
100.035.006.030/4	100 series pump	8	4	35rpm	6vDC	3mm silicone.	300
100.070.006.008/2	100 series pump	2	2	70rpm	6vDC	0.8mm silicone.	300
100.070.006.008/4	100 series pump	2	4	70rpm	6vDC	0.8mm silicone.	300
100.070.006.016/2	100 series pump	7	2	70rpm	6vDC	1.6mm silicone.	300
100.070.006.016/4	100 series pump	6	4	70rpm	6vDC	1.6mm silicone.	300
100.070.006.030/2	100 series pump	18	2	70rpm	6vDC	3mm silicone.	300
100.070.006.030/4	100 series pump	15	4	70rpm	6vDC	3mm silicone.	300
100.005.012.008/2	100 series pump	<1	2	5rpm	12vDC	0.8mm silicone.	60
100.005.012.008/4	100 series pump	<1	4	5rpm	12vDC	0.8mm silicone.	60
100.005.012.016/2	100 series pump	1	2	5rpm	12vDC	1.6mm silicone.	60
100.005.012.016/4	100 series pump	<1	4	5rpm	12vDC	1.6mm silicone.	60
100.005.012.030/2	100 series pump	1	2	5rpm	12vDC	3mm silicone.	60
100.005.012.030/4	100 series pump	1	4	5rpm	12vDC	3mm silicone.	140
100.035.012.008/2	100 series pump	1	2	35rpm	12vDC	0.8mm silicone.	140
100.035.012.008/4	100 series pump	1	4	35rpm	12vDC	0.8mm silicone.	140
100.035.012.016/2	100 series pump	4	2	35rpm	12vDC	1.6mm silicone.	140
100.035.012.016/4	100 series pump	3	4	35rpm	12vDC	1.6mm silicone.	140
100.035.012.030/2	100 series pump	9	2	35rpm	12vDC	3mm silicone.	140
100.035.012.030/4	100 series pump	8	4	35rpm	12vDC	3mm silicone.	140
100.070.012.008/2	100 series pump	2	2	70rpm	12vDC	0.8mm silicone.	170
100.070.012.008/4	100 series pump	2	4	70rpm	12vDC	0.8mm silicone.	170
100.070.012.016/2	100 series pump	7	2	70rpm	12vDC	1.6mm silicone.	170
100.070.012.016/4	100 series pump	6	4	70rpm	12vDC	1.6mm silicone.	170
100.070.012.030/2	100 series pump	18	2	70rpm	12vDC	3mm silicone.	170
100.070.012.030/4	100 series pump	15	4	70rpm	12vDC	3mm silicone.	170
100.150.012.008/2	100 series pump	5	2	150rpm	12vDC	0.8mm silicone.	400
100.150.012.008/4	100 series pump	3	4	150rpm	12vDC	0.8mm silicone.	400
100.150.012.016/2	100 series pump	15	2	150rpm	12vDC	1.6mm silicone.	400
100.150.012.016/4	100 series pump	12	4	150rpm	12vDC	1.6mm silicone.	400
100.150.012.030/2	100 series pump	39	2	150rpm	12vDC	3mm silicone.	400
100.150.012.030/4	100 series pump	33	4	150rpm	12vDC	3mm silicone.	400
100.330.012.008/2	100 series pump	10	2	330rpm	12vDC	0.8mm silicone.	400
100.330.012.008/4	100 series pump	7	4	330rpm	12vDC	0.8mm silicone.	400

Williamson Manufacturing Company Ltd

The Street, Poynings, West Sussex, BN45 7AQ, United Kingdom.

Tel +44(0)1273 857752 Fax +44(0)1273 857511 Web www.wmcpumps.com

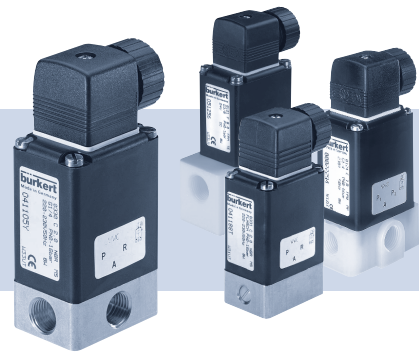
The Williamson Manufacturing Company Ltd provides no warranty on usage of pumps. We recommend that life tests be carried out prior to use. This information is given in good faith and believed to be correct and current at time of publishing. We cannot accept responsibility for its inaccuracy or any errors or omissions contained herein. Copyright The Williamson Manufacturing Company Ltd 2015

4.4. Electroválvulas

bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

Type 0121, 0330, 0331 (0124, 0125, 0332, 0333)

2/2- and 3/2-Way Solenoid Valve
2/2- und 3/2-Wege-Magnetventil
Électrovanne à 2/2 et 3/2 voies



Operating Instructions
Bedienungsanleitung
Manuel d'utilisation

MAN 1000010161 ML Version: G Status: RL (released | freigegeben) printed: 20.01.2015

bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

Bürkert Fluid Control Systems
Sales Center
Christian-Bürkert-Str. 13-17
D-74653 Ingelfingen
Tel. + 49 (0) 7940 - 10 91 111
Fax + 49 (0) 7940 - 10 91 448
E-mail: info@de.buerkert.com

International address
www.buerkert.com

Manuals and data sheets on the Internet: www.buerkert.com
Bedienungsanleitungen und Datenblätter im Internet: www.buerkert.de
Instructions de service et fiches techniques sur Internet : www.buerkert.fr

© Bürkert Werke GmbH, 2014
Operating Instructions 1402/04_EU-ML_00893047 / Original DE

www.buerkert.com

General hazardous situations.

To prevent injuries:

- ▶ In a potentially explosive area, the device may be used only in accordance with the specification on the type label. For the use, observe the supplementary instructions manual enclosed with the device with safety instructions for the explosion-risk area.
- ▶ The enclosed UL instructions must be followed in the UL area.
- ▶ Do not carry out any external or internal modifications and do not subject the device to mechanical loads (e.g. by placing objects on it or standing on it).
- ▶ Secure the device against unintentional activation.
- ▶ Only trained technicians may perform installation and maintenance work.
- ▶ The valves must be installed in accordance with the regulations applicable in the country.
- ▶ After an interruption in the power supply, ensure that the process is restarted in a controlled manner.
- ▶ Observe the general rules of technology.

4 SYSTEM DESCRIPTION**4.1 General description**


The pivoted armature valves are direct acting 2/2 or 3/2-way solenoid valves in a wide variety of circuit functions and models. Solenoid system and media chamber are separated from one another by a separating diaphragm system. The valves are fast acting and have a long service life.

Type 0121	2/2 or 3/2-way solenoid valve, socket valve body
Type 0330	2/2 or 3/2-way solenoid valve, socket valve body
Type 0331	2/2 or 3/2-way solenoid valve, flange valve body
Type 0332	Bistable 2/2 or 3/2-way solenoid valve with 2 coil windings, socket valve body
Type 0333	Bistable 2/2 or 3/2-way solenoid valve with 2 coil windings, flange valve body
Type 0124	2/2 or 3/2-way solenoid valve, socket valve body
Type 0125	2/2 or 3/2-way solenoid valve, flange valve body

english

5

5 TECHNICAL DATA

 The following values are indicated on the type label:

- **Voltage** (tolerance $\pm 10\%$) / **current type**
- **Coil power consumption** (active power in W - at operating temperature)
- **Pressure range**
- **Body material** (MS=brass, VA=stainless steel, PV=PVC, TE=PTFE, PP=polypropylene, PD=PVDF)
- **Sealing material** (F=FKM, A=EPDM, B=NBR, C=FFKM)

5.1 Conformity

The Types 0121, 0330, 0331, (0124, 0125, 0332, 0333) are compliant with the EC Directives according to the EC Declaration of Conformity.

5.2 Standards

The applied standards, which are used to demonstrate compliance with the EC Directives, are listed in the EC type test certificate and/or the EC Declaration of Conformity.

5.3 Operating conditions

Ambient temperature

Type 0121	max. +50°C
Other types	max. +55°C

Duty cycle

for body material

Brass or stainless steel	long-term operation, duty cycle 100%
Plastic	max. permissible duty cycle see data sheet

**Important information for functional reliability.**

If switched off for a long period, 1-2 switching actions are recommended prior to restart.

Service life

High switching frequency and high pressures reduce the service life.

Degree of protection

IP65 in accordance with DIN EN 60529 / IEC 60529 with correctly connected and installed cable plug, e.g. Bürkert Type 2508

6

english

5.4 Mechanical data








Dimensions	see data sheet
Coil material	epoxide
Connections	G 1/4 (NPT 1/4, G 1/8, G 3/8, Rc 1/4 on request)

5.5 Fluidic data

Media aggressive, neutral, gaseous and liquid media, which do not attack body and sealing materials. (see resistance table at www.buerkert.de).

Medium temperature for sealing material

FKM	0 °C – +90 °C
EPDM	-30 °C – + 90 °C
NBR	0 °C – + 80 °C
FFKM	+5 °C – +90 °C

Circuit functions		
A (NC)		2/2-way valve, closed in rest position
B (NO)		2/2-way valve, open in rest position
C (NC)		3/2-way valve; closed in rest position, output A unloaded
D (NO)		3/2-way valve, in rest position, output B pressurized
E		3/2-way mixing valve; in rest position, pressure connection P2 connected to output A, P1 closed
F		3/2-way distribution valve, in rest position, pressure connection P connected to output B
T		3/2-way all purpose valve

english

7

Table of Contents

1 The operating instructions2
 2 Authorized use3
 3 Basic safety instructions.....4
 4 System description.....5
 5 Technical data.....6
 6 Assembly8
 7 Electrical connection10
 8 Disassembly.....12
 9 Maintenance, troubleshooting.....12
 10 Transportation, storage, disposal13

1 THE OPERATING INSTRUCTIONS

The operating instructions contain important information.
 ▶ Read the instructions carefully and follow the safety instructions.
 ▶ Keep the instructions in a location where they are available to every user.
 The liability and warranty for the device are void if the operating instructions are not followed.

1.1 Symbols

- ▶ Designates instructions for risk prevention.
- Designates a procedure which you must carry out.


 **DANGER!**
 Immediate danger! Serious or fatal injuries.


 **WARNING!**
 Possible danger! Serious or fatal injuries.

 **CAUTION!**
 Danger! Moderate or minor injuries.

NOTE!

Warns of damage to property.

 Important tips and recommendations.

 Refers to information in these operating instructions or in other documentation.

1.2 Definitions of terms

In these instructions, the term "device" always refers to the Type 0121, 0330, 0331, (0124, 0125, 0332, 0333).

2 AUTHORIZED USE

The device is designed to control, shut off and meter neutral and aggressive media up to a viscosity of 37 mm²/s.
 ▶ Use according to the authorized data, operating conditions and conditions of use specified in the contract documents and operating instructions.
 ▶ Provided the cable plug is connected and installed correctly, e.g. Bürkert Type 2508, the device satisfies degree of protection IP65 in accordance with DIN EN 60529 / IEC 60529.


Only operate the device
 ▶ when in perfect condition and always ensure proper storage, transportation, installation and operation.
 ▶ Use the device only as intended.

2.1 Restrictions

If exporting the device, observe any existing restrictions.

3 BASIC SAFETY INSTRUCTIONS

These safety instructions do not make allowance for any contingencies and events which may arise during assembly, operation and maintenance.

-  **Risk of injury from high pressure in the system/device.**
 ▶ Before working on the system or device, switch off the pressure and vent/drain lines.
- Risk of injury due to electrical shock.**
 ▶ Before working on the system or device, switch off the power supply and secure to prevent reactivation.
 ▶ Observe applicable accident prevention and safety regulations for electrical equipment.
- Risk of burns/risk of fire if used for a prolonged switch-on time through hot device surface.**
 ▶ Keep device away from highly flammable substances and media and do not touch with bare hands.

- Risk of injury due to malfunction of valves with alternating voltage (AC).**
 Sticking core causes coil to overheat, resulting in a malfunction.
 ▶ Monitor process to ensure function is in perfect working order.
- Risk of short-circuit/escape of media through leaking screw joints.**
 ▶ Ensure seals are seated correctly.
 ▶ Carefully screw valve and pipelines together.

5.6 Electrical data

Connections DIN EN 175301-803 (DIN 43 650), shape A for cable plug Type 2508 or 2509

5.7 Type label

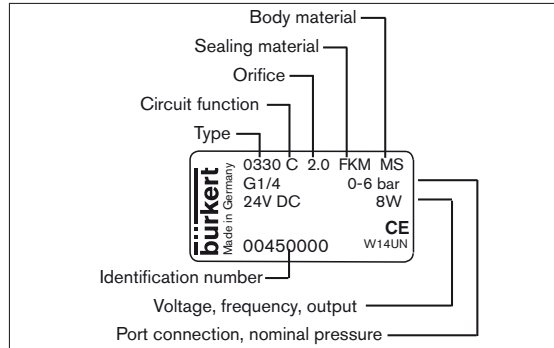


Fig. 1: Description of the type label (example)

6 ASSEMBLY



DANGER!

Risk of injury from high pressure in the system/device.

- ▶ Before working on the system or device, switch off the pressure and vent/drain lines.

Risk of injury due to electrical shock.

- ▶ Before working on the system or device, switch off the power supply and secure to prevent reactivation.
- ▶ Observe applicable accident prevention and safety regulations for electrical equipment.



WARNING!

Risk of injury from improper assembly.

- ▶ The assembly may be carried out only by trained technicians and with the appropriate tools.
- ▶ Secure system against unintentional activation.
- ▶ Following assembly, ensure a controlled restart.

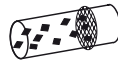
6.1 Before installation

Installation position:

The installation position is optional. Preferably: Actuator at the top.

→ Prior to installation check pipelines for dirt and clean if necessary.

Dirt filter: To ensure that the solenoid valve functions reliably, a dirt filter (≤ 500 µm) must be installed in front of the valve input.



6.2 Installation

→ Observe flow direction:

Functioning of the device is only ensured if the circuit function is maintained.

Devices in socket model

→ Use PTFE tape as sealing material.

→ Determine the maximum screw-in depth of the connecting threads as this does not comply with any standard.

NOTE!

Caution risk of breakage.

- ▶ Do not use the coil as a lifting arm.

→ Hold the device with a suitable tool (open-end wrench) on the body; screw into the pipeline.

Attaching the device:

→ Via bore holes M4x8 (made from brass or stainless steel) or self-tapping screws 3.9 DIN 7970 (made from plastic, max. screw-in depth 10 mm) on the bottom side of the body at drill pattern 38x24.

Devices in flange model

Attaching the device:

→ Via supplied screws on basic devices or manifold.

→ Tighten fastening screws on the coil to a maximum torque of 2 Nm.

6.3 Manual control

NOTE!

- ▶ When the manual control is locked, the valve cannot be actuated electrically.

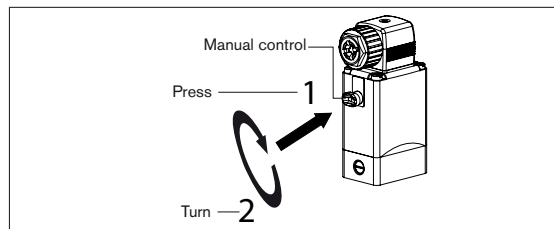


Fig. 2: Manual control

7 ELECTRICAL CONNECTION



DANGER!

Risk of injury due to electrical shock.

- ▶ Before working on the system or device, switch off the power supply and secure to prevent reactivation.
- ▶ Observe applicable accident prevention and safety regulations for electrical equipment.

If the protective conductor is not connected, there is a risk of electric shock.

- ▶ Always connect protective conductor and check electrical continuity between coil and housing.

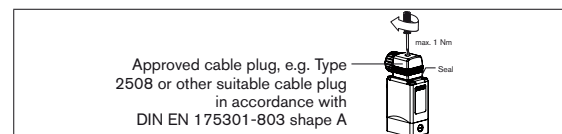


Fig. 3: Connecting the cable plug to the power supply



Note the voltage and current type as specified on the type label.

7.1 Standard model

- Connect L1/+ and N/- to terminals 1 and 2, independent of the polarity.
- Connect protective conductor.
- Attach seal and check for correct fit.
- Tighten cable plug (Type 2508 or 2509 in accordance with DIN EN 175301-803 (DIN 43 650), shape A, for order numbers see data sheet); while doing so, observe the maximum torque of 1 Nm.
- Check electrical continuity between coil and body (protective conductor function).

7.2 Pulse model (CF 02)

! In accordance with the terminals on the valves, the connection terminals in the cable plug are marked with the numbers 1 to 3.

- Connect as shown in "Fig. 4". Pulse on terminal 1 closes the valve; pulse on terminal 2 opens the valve.
- Attach seal and check for correct fit.
- Tighten cable plug (Type 2508 or 2509 in accordance with DIN EN 175301-803 (DIN 43 650), shape A, for order numbers see data sheet); while doing so, observe the maximum torque of 1 Nm.

→ Check electrical continuity between coil and body (protective conductor function).

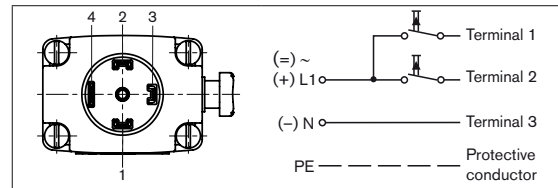


Fig. 4: Electrical connection - pulse model (CF 02)

NOTE!

- ▶ Prevent simultaneous pulsing on both coil windings.
- ▶ Parallel to the terminals, no other consumers (relay, etc.) may be connected.
- ▶ The respective coil connection that does not carry current must be galvanically isolated (open).
- ▶ In case two or more valves are connected in parallel, the use of two-pole or multi-pole switches must ensure that this requirement is met.

8 DISASSEMBLY

! DANGER!

Risk of injury from high pressure in the system/device.

- ▶ Before working on the system or device, switch off the pressure and vent/drain lines.

Risk of injury due to electrical shock.

- ▶ Before working on the system or device, switch off the power supply and secure to prevent reactivation.
- ▶ Observe applicable accident prevention and safety regulations for electrical equipment.

! WARNING!

Risk of injury from improper disassembly.

- ▶ Disassembly may be carried out only by trained technicians and with the appropriate tools.

Risk of injury from hazardous media.

- ▶ Before loosening lines or valves, flush out hazardous media, depressurize and drain the lines.

9 MAINTENANCE, TROUBLESHOOTING

9.1 Safety instructions

! DANGER!

Risk of injury from high pressure in the system.

- ▶ Turn off the pressure and vent the lines before loosening lines or valves.

Risk of injury due to electrical shock.

- ▶ Before working on the system or device, switch off the power supply and secure to prevent reactivation.
- ▶ Observe applicable accident prevention and safety regulations for electrical equipment.

! WARNING!

Risk of injury from improper maintenance work.

- ▶ Maintenance may be carried out only by trained technicians and with the appropriate tools.
- ▶ Secure system against unintentional activation.
- ▶ Following maintenance, ensure a controlled restart.

9.2 Malfunctions

If malfunctions occur, check whether:

- the device has been installed according to the instructions,
- the electrical and fluid connections are correct,
- the device is not damaged,
- all screws have been tightened,
- the voltage and pressure have been switched on,
- the pipelines are clean.

Malfunction	Possible cause
Valve does not switch	Short circuit or coil interrupted
	Medium pressure outside the permitted pressure range
	Manual control locked
Valve does not close	Inner compartment of the valve is dirty
	Manual control locked

9.2.1 Repairs

Repairs may only be carried out by the manufacturer. Operating data may change if spare parts are replaced by the user.

10 TRANSPORTATION, STORAGE, DISPOSAL

NOTE!

Transport damage.

Inadequately protected devices may be damaged during transportation.

- ▶ Protect the device against moisture and dirt in shock-resistant packaging during transportation.
- ▶ Prevent the temperature from exceeding or dropping below the permitted storage temperature.

Incorrect storage may damage the device.

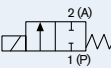
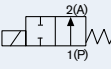
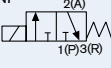
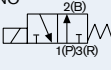
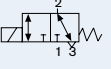
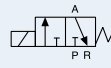

- ▶ Store the device in a dry and dust-free location.
- ▶ Storage temperature -40 – +80°C.

Damage to the environment caused by parts contaminated with media.

- ▶ Dispose of the device and packaging in an environmentally friendly manner.
- ▶ Observe applicable disposal and environmental regulations.

Tableau de commande pour les électrovannes (autres versions sur demande)

Corps Laiton ou Inox, joint NBR ou FKM, avec commande manuelle et connecteur inclus


Fonction	Raccordement taraudé	Diamètre [mm]	Valeur Kv eau [m³/h] ¹⁾		Gamme de pression [bar] ²⁾	Matériau du joint	Code Ident. par Tension/fréquence [V/Hz]			
			DC	AC			024/DC	024/50	230/50	
A Vanne 2/2 NF ³⁾ 	Corps laiton									
	G 1/4	3.0	0.14	0.18	0-10	FKM	020 293	022 883	124 909	
		4.0	0.17	0.23	0-5	NBR	020 294	086 553	024 902	
		G 1/4	3.0	0.14	0.18	0-10	FKM	024 019	025 246	124 912
			4.0	0.17	0.23	0-5	NBR	025 084	-	046 007
	Corps inox									
B Vanne 2/2 NO ³⁾ 	Corps laiton									
	G 1/4	3.0	0.14	0.18	0-10	FKM	141 917	130 146	141 919	
		4.0	0.17	0.23	0-5	NBR	141 920	141 921	141 923	
	Corps inox									
C Electrovanne 3/2 NF 	Corps laiton									
	G 1/4	2.0	0.08	0.11	0-16	NBR	041 103	042 129	041 105	
		3.0	0.14	0.18	0-10		041 107	041 108	041 116	
		4.0	0.17	0.23	0-5		042 218	042 695	042 329	
	Corps inox									
D Electrovanne 3/2 NO 	Corps laiton									
	G 1/4	2.0	0.08	0.11	0-16	NBR	056 984	041 858	041 137	
		3.0	0.14	0.18	0-10		041 139	041 141	041 147	
		4.0	0.17	0.23	0-5		043 129	042 696	042 903	
	Corps inox									
T Electrovanne 3/2 fonction universelle, tous sens du fluide 	Corps laiton									
	G 1/4	2.0	0.08	0.11	0-12	FKM	124 922	138 316	124 925	
		3.0	0.14	0.18	0-8		124 927	124 928	124 930	
	Corps inox									
Version pour le vide										
C Electrovanne 3/2 NF 	Corps laiton									
	G 1/4	3.0	0.14	0.18	Vide -6	NBR	043 894	046 815	-	
		4.0	0.17	0.23	Vide -3		044 302	-	042 879	
D Electrovanne 3/2 NO 	Corps laiton									
	G 1/4	4.0	0.17	0.23	Vide -3	NBR	052 680	059 646	053 785	


¹⁾ Mesurée à +20 °C, pression de 1 bar²⁾ à l'entrée de l'électrovanne et sortie à l'échappement. ²⁾ Données pression [bar]: Surpression par rapport à la pression atmosphérique.


³⁾ Les codes d'identification de cette liste correspondent à un passage en ligne (var. code AF02).


⁴⁾ Dans la version DC avec un diamètre de 3.0 et 4.0 le diamètre est réduit d'environ 0,5mm.

i Autres versions sur demandes


 **Agréments**
Version anti-déflagrante (Type 780), ATEX, UL, UR, FM - Ex Div. 1

 **Tension**
Tension hors standard

 **Matériaux**
Matériaux du joint EPDM, FFKM

 **Fonctions**
E (mélangeuse) ou F (distributrice)

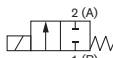
 **Raccordement**
NPT, G 1/8

 **Options**
Version à impulsions, indicateur optique ou électrique de position (type 1060), autres combinaisons sur demande.

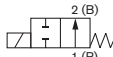
p. 3/5

Circuit function

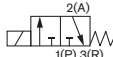
A 2/2-way direct acting valve, normally closed



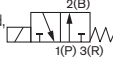
B 2/2-way direct acting valve, normally open



C 3/2-way valve, direct acting, when de-energised Port A exhausted



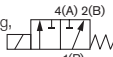
D 3/2-way valve, servo-assisted, outlet B normally pressurized



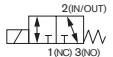
E Mixer valve, direct-acting, in de-energised position, P2→A open, P1 closed



F Distribution valve, direct-acting, in de-energised position, P→B open, A closed



T 3/2 way valve, universal function, flow direction as required



Technical data (continued)

Electrical connection	Pin terminal acc. to DIN EN 175301-803 Form A for cable plug Type 2508/2509 (also on request with moulded cable or terminal box)
Protection class	IP65 with Cable Plug
Coil insulation class	H
Installation	As required, preferably with actuator upright
Weight [kg]	
with metal body	0.47
with plastic housing	0.40

Standard power consumption

Frequency AC	Hold [VA]	Operation [W]	Frequency DC	Warm [W]
Inrush [VA]			Cold [W]	
30	15	8	11	8

Impulse (inrush winding)

Frequency AC	Operation [W]	Frequency DC	Warm [W]
Inrush [VA]		Cold [W]	
20	11	11	8

Response times

Orifice [mm]	Frequency AC		Frequency DC	
	Opening [ms]	Closing [ms]	Opening [ms]	Closing [ms]
2-4	8-15	8-15	10-20	10-20

Response times [ms]:

Measured at valve outlet at 6 bar and +20 °C

Opening: Pressure rise 0 to 90%,

Closing: Pressure drop 100 to 10%

Pressure range and flow rate for metal body

Circuit function	DN	Kv value water [m³/h]:		Standard ¹⁾		Impulse ²⁾
		DC	AC [50 or 60Hz]	Pressure range ⁴⁾ [bar]	Vacuum ³⁾ Pressure range ⁴⁾ [bar]	Pressure range ⁴⁾ [bar]
A / B / C / D / F	2.0	0.08	0.11	0 - 16	-0.98 - 10	0 - 16
	3.0	0.14	0.18	0 - 10	-0.98 - 6	0 - 10
	4.0	0.17	0.23	0 - 5	-0.98 - 3	0 - 5
	5.0	0.29	0.29	0 - 2.5	-0.98 - 1	0 - 2.5
E	2.0	0.08	0.11	0 - 10	-0.98 - 8	0 - 10
	3.0	0.14	0.18	0 - 6	-0.98 - 5	0 - 6
	4.0	0.17	0.23	0 - 3	-0.98 - 2.5	0 - 3
	5.0	0.29	0.29	0 - 1.5	-0.98 - 1	0 - 1
T	2.0	0.08	0.11	0 - 12	-0.98 - 8	0 - 10
	3.0	0.14	0.18	0 - 8	-0.98 - 5	0 - 6
	4.0	0.17	0.23	0 - 4	-0.98 - 2.5	0 - 5
	5.0	0.29	0.29	0 - 2.5	-0.98 - 1	-

Pressure range and flow rate for plastic body

Circuit function	DN	Kv value water [m³/h]	Standard ¹⁾		Vacuum Pressure range ⁴⁾ [bar]	Impulse ²⁾ Pressure range ⁴⁾ [bar]
			Pressure range ⁴⁾ [bar]	Pressure range ⁴⁾ [bar] DC		
A / B / C / D / F	2.0	0.13	0 - 16	0 - 12	-0.98 - 10	0 - 12
	3.0	0.25	0 - 10	0 - 8	-0.98 - 6	0 - 8
	4.0	0.30	0 - 5	0 - 4	-0.98 - 3	0 - 4
	5.0	0.40	0 - 4.5	0 - 3.5	-0.98 - 1	0 - 3
E / T	2.0	0.13	0 - 10	0 - 7	-0.98 - 7	0 - 7
	3.0	0.25	0 - 6	0 - 4	-0.98 - 5	0 - 4
	4.0	0.30	0 - 3	0 - 2	-0.98 - 2.5	0 - 2

¹⁾ Rated power consumption 8W

²⁾ Inrush power 11W

³⁾ Vacuum possible for all seal materials

⁴⁾ Pressure values [bar] with respect to atmospheric pressure

Caractéristiques techniques – Version Analyse

Version analyse	Pas de contamination du fluide, pour fluide pur
Seuil de résidu de carbone	< 0.2 mg/dm ²
Taux de fuite Fluides	10 ⁻⁴ mbar l/sec <ul style="list-style-type: none"> • Fluides neutres/agressifs, qui n'attaquent pas le matériau du corps et joint • Vide technique
Raccordement électrique	Cosses pour connecteur selon DIN EN 175301-803 A (précédemment DIN43650) pour connecteur Type 2508 (voir accessoires)
Montage	Ne pas utiliser d'huile, graisse ou silicone pour le montage

Electrovanne pour conditions spécifiques
 Cette version est particulièrement utilisée pour des fluides liquides et gazeux extrêmement purs. Toutes pièces en contact avec le fluide sont sujettes à des processus additionnels de nettoyage pour que les fluides ne soient en aucune circonstance contaminés. L'assemblage se fait dans une salle stérile.

L'étanchéité est testée sur le détecteur de fuite à l'hélium, 10⁻⁴ mbar l/sec.

Tableau de commande pour électrovannes, version analyse et vide (autres versions sur demande)

Corps Inox, joint FKM ou NBR, commande manuelle et sans connecteur (voir Accessoires)

Fonctions	Raccordement taraudé	Diamètre [mm]	Valeur Kv eau [m ³ /h] ¹⁾		Gamme de pression [bar] ²⁾	Matériau du joint	Code Ident. par Tension/fréquence [V/Hz]		
			DC	AC			(DC)	024/DC	024/50
Version analyse									
A Electrovanne 2/2 NF									
	Corps inox								
	G 1/4	2.0	0.08	0.11	Vide -10	FKM	137 839	-	137 842
		3.0	0.14	0.18	Vide -6		137 843	-	137 846
	4.0	0.17	0.23	Vide -3		122 101	-	137 849	
T Electrovanne 3/2, Fonction universelle, tous sens du fluide									
	Corps inox								
	G 1/4	2.0	0.08	0.11	Vide -8	FKM	137 850	-	137 854
		3.0	0.14	0.18	Vide -5	FKM	137 855	-	137 858
	4.0	0.17	0.23	Vide -3	FKM	137 859	-	137 862	

¹⁾ Mesuré à +20 °C, 1 bar²⁾ à l'entrée de la vanne et sortie à l'échappement.

³⁾ Les codes Id de cette liste correspondent à un passage en ligne.

²⁾ Donnée pression [bar] : Surpression par rapport à la pression atmosphérique.

⁴⁾ Dans la version DC avec un diamètre de 3.0 et 4.0 le diamètre est réduit d'environ 0,5mm.

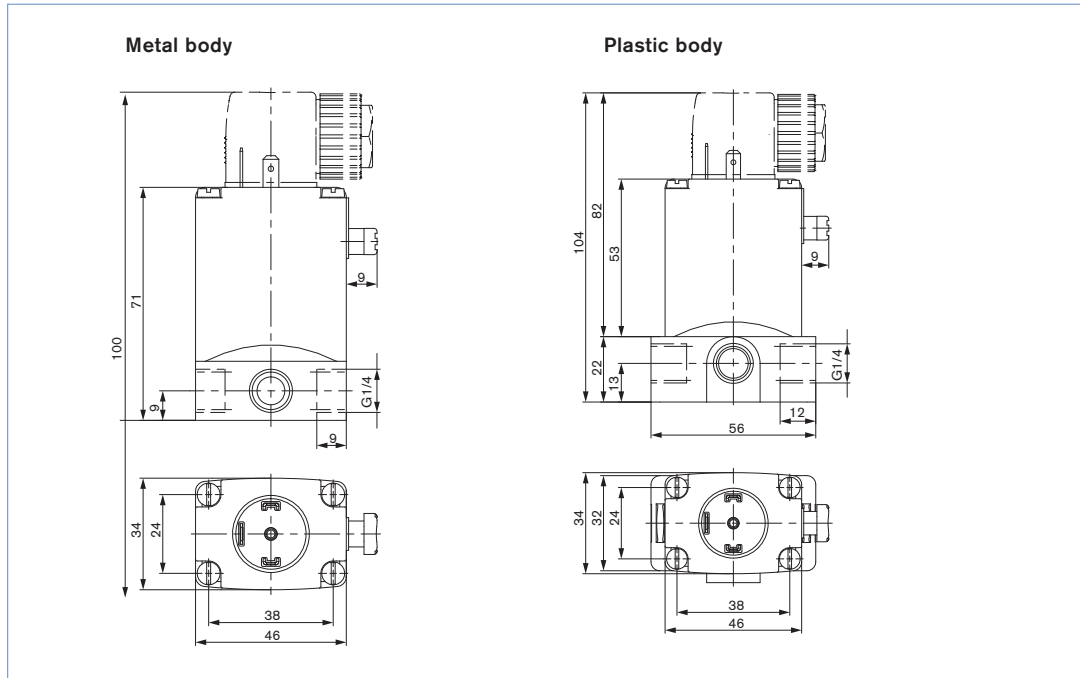
Nota : le connecteur se commande séparément, voir Accessoires sur la page suivante et la fiche technique Type 2508.

Autres fonctions

Les électrovannes sont équipées de différents ressorts. Lorsque vous utilisez une autre fonction, la pression de service change, référez vous au tableau suivant.

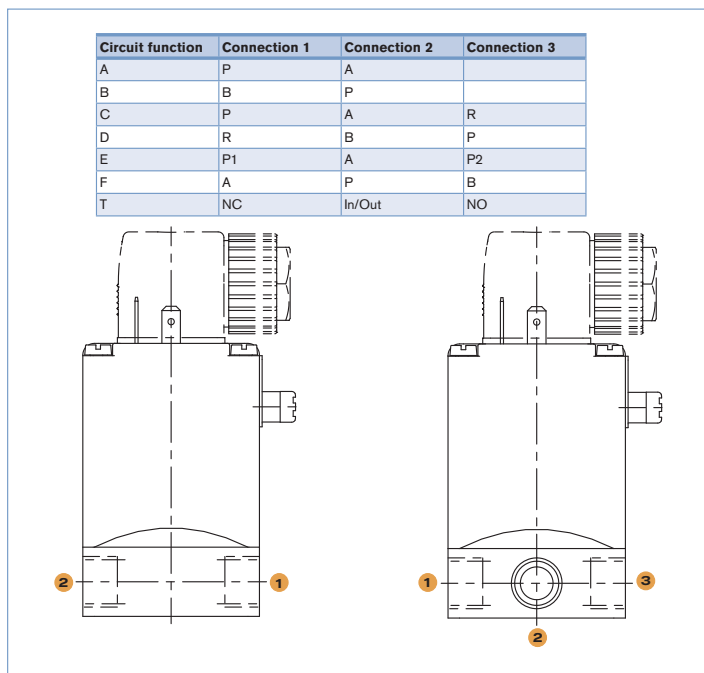
Fonction	Pression de service Max. [bar] pour l'utilisation de la vanne dans une autre fonction																	
	Diamètre 2						Diamètre 3						Diamètre 4					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
C	16	1.5	16	1.5	1.5	16	10	1	10	1	1	10	5	0.8	5	0.8	0.8	5
D	4	26	4.5	16	4	4	2.5	10	2.5	10	2	3	2	5	2	5	2	2
T	8	8	10	10	10	8	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3

Dimensions [mm]



Port connections

The connections marked with 1, 2 and 3 are labelled in the drawing according to the circuit function table.



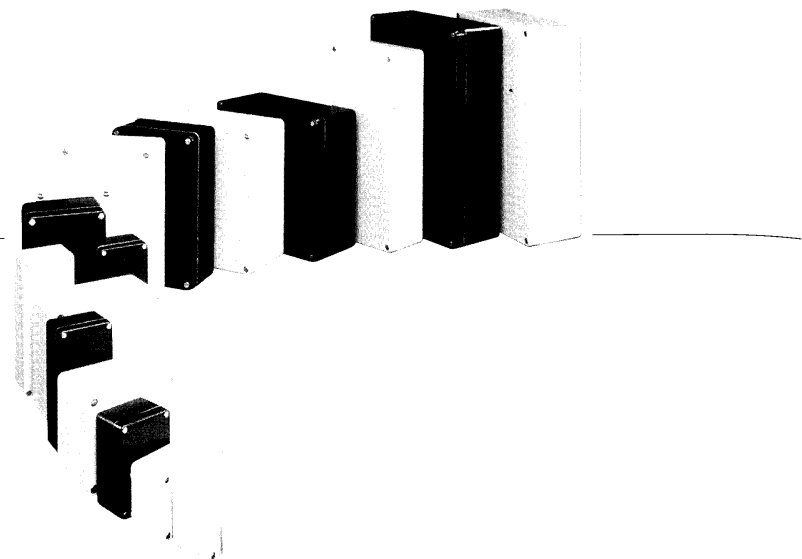
4.5. Carcasa envolvente

Polyester Enclosures CP Series

BERNSTEIN polyester enclosures from the CP and CPS series are made of high-quality glass-fibre reinforced polyester. Their reduced surface resistance ($RO < 10^9$ ohms) make these black polyester enclosures ideally suited to usage in explosion-hazardous areas and in generally harsh conditions. They can encapsulate electrical, electronic and control components. All enclosures comply with protection class IP 65 (according to DIN).

BERNSTEIN polyester enclosures provide M4 or M6 mounting options, depending on the size of the base. The narrow ends of these galvanised brass bushes are embedded in a planet carrier in the interior of the base, permitting the assembly of mounting plates, mounting rails, PCBs, etc.

The captive stainless steel lid screws are held in place by a lock integrated in the lid. The threaded bushings for lid attachment are made of stainless steel. A gasket is factory-fitted (for standard enclosures), guaranteeing the protection class. The polyester enclosures are available in grey (RAL 7000, light grey) or black material (RAL 9005, jet black), as standard.



Technical data

Material

Glass-fibre reinforced polyester in grey or glass-fibre reinforced polyester in black

Gasket

Neoprene round seal packing (siliconised)
alternative:
Neoprene round seal packing (silicone-free)
Silicone round seal packing

Lid screws

Stainless steel, captive, multi-purpose cross-recessed head
alternative:
Allen screws, stainless steel, captive

Colour

RAL 7000 (grey)
or RAL 9005 (deep black)
alternative:
other colours (coating or dyeing) on request

Temperature

-40 °C to +80 °C (neoprene gasket)
alternative:
-50 °C to +130 °C (silicone gasket)
or -30 °C to +100 °C
(explosion-hazardous areas)

Protection class

IP 65
alternative:
higher protection classes on request

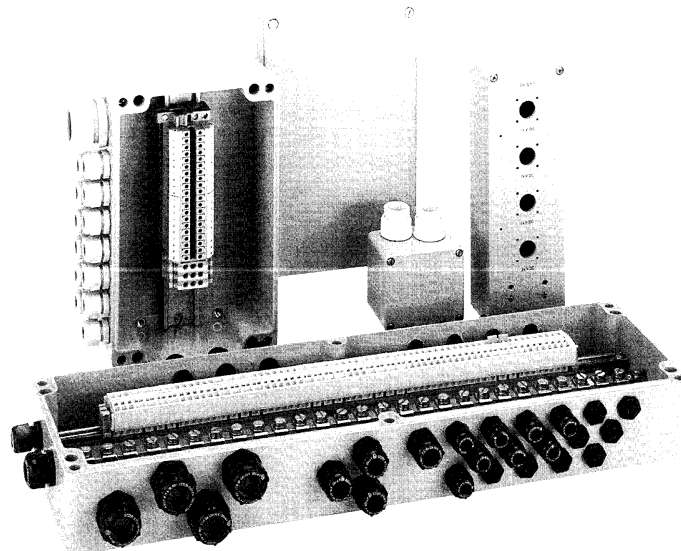
Approval

PTB No. Ex-83/3120
PTB No. Ex-90.C.3118
PTB No. Ex-90.C.3116 U

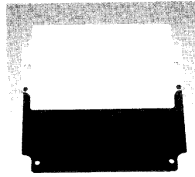
German Lloyd: No. 91 186-84HH

SEV 97.1 10396

UL: File E 182264

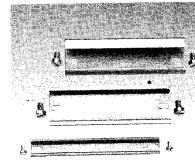


Accessories Polyester Enclosures



Mounting plates

galvanised sheet steel or laminated paper (thickness: CP-140 to CP-195, laminated paper 1.5 mm; CP-220 to CP-320 and CP-370 to CP-460 sheet steel 1.5 mm; CP-330 sheet steel 2.5 mm), permitting the extended mounting of equipment.



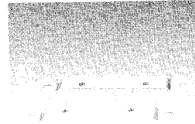
Mounting rails

Usual standard rails TS-15, TS-32 or TS-35 (steel), yellow-passivated for holding terminal blocks.



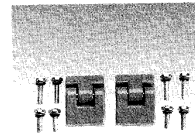
Grounding rails

Galvanised steel for connecting and routing of protective earth connections.



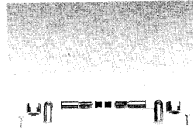
External attachment brackets

Stainless steel for mounting enclosures without lid opening. The butt-straps always run in parallel to the narrow face of the enclosures.



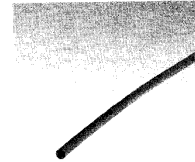
External hinges

For hinged attachment of the enclosure lid. Opening angle of lid approx. 155°. Aluminium casting, RAL 7001 or RAL 9005. Mechanical machining is required for enclosure mounting. Drill template is supplied.



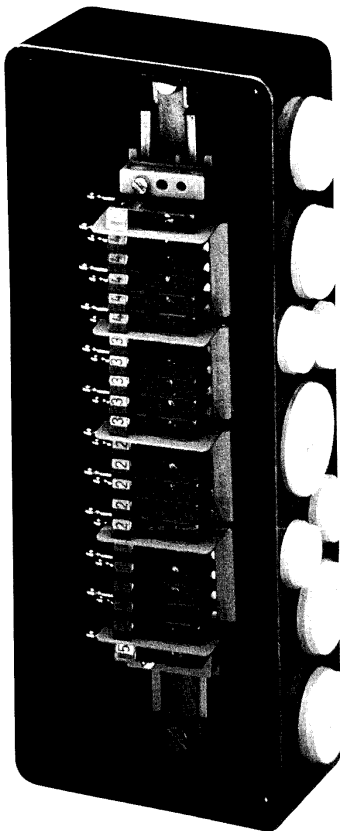
Internal hinges

For hinged attachment of the enclosure lid. Opening angle of lid approx. 95°. Stainless steel. Mechanical machining is required for the enclosure mounting.



Silicone lid gasket

with improved temperature resistance for subsequent mounting; can also be used to replace the standard lid gasket. Standard type made of silicone foam.

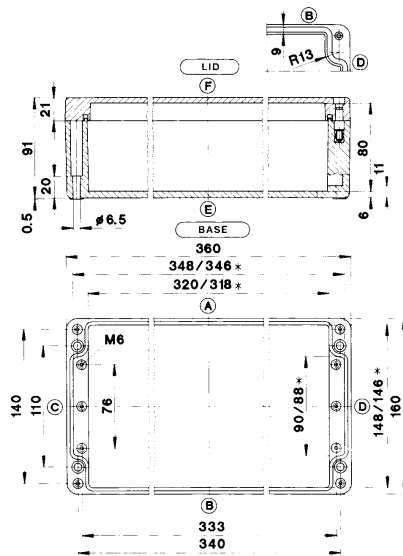


Overview – Polyester Enclosures

Dimensions/mm	Polyester enclosures (grey)		Polyester enclosures (black)	
	Part No.	Type	Part No.	Type
L x W x H				
80 x 75 x 55	414.0.0000.00	CP-140	514.0.0000.00	CPS-140
80 x 75 x 75	414.0.0000.50	CP-145	514.0.0000.50	CPS-145
110 x 75 x 55	415.0.0000.00	CP-150	515.0.0000.00	CPS-150
110 x 75 x 75	415.0.0000.50	CP-155	515.0.0000.50	CPS-155
160 x 75 x 55	417.0.0000.00	CP-170	517.0.0000.00	CPS-170
160 x 75 x 75	417.0.0000.50	CP-175	517.0.0000.50	CPS-175
190 x 75 x 55	419.0.0000.00	CP-190	519.0.0000.00	CPS-190
190 x 75 x 75	419.0.0000.50	CP-195	519.0.0000.50	CPS-195
122 x 120 x 90	422.0.0000.00	CP-220	522.0.0000.00	CPS-220
220 x 120 x 90	424.0.0000.00	CP-240	524.0.0000.00	CPS-240
160 x 160 x 90	428.0.0000.00	CP-280	528.0.0000.00	CPS-280
260 x 160 x 90	430.0.0000.00	CP-300	530.0.0000.00	CPS-300
360 x 160 x 90	432.0.0000.00	CP-320	532.0.0000.00	CPS-320
560 x 160 x 90	433.0.0000.00	CP-330	533.0.0000.00	CPS-330
255 x 250 x 120	437.0.0000.00	CP-370	537.0.0000.00	CPS-370
400 x 250 x 120	440.0.0000.00	CP-400	540.0.0000.00	CPS-400
400 x 405 x 120	445.0.0000.00	CP-450	545.0.0000.00	CPS-450
400 x 405 x 165	446.0.0000.00	CP-460	546.0.0000.00	CPS-460

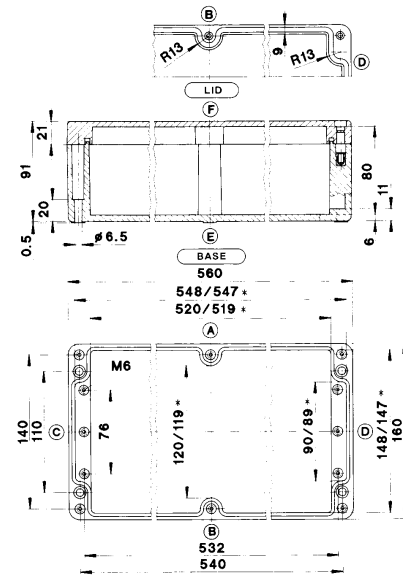
360 x 160 x 91 mm

CP-320
Polyester Enclosure, grey
CPS-320
Polyester Enclosure, black



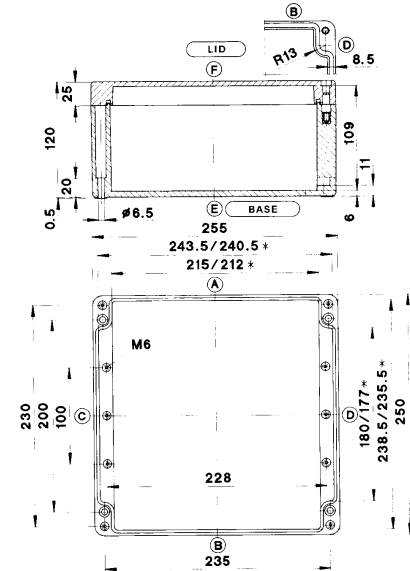
560 x 160 x 91 mm

CP-330
Polyester Enclosure, grey
CPS-330
Polyester Enclosure, black



255 x 250 x 120 mm

CP-370
Polyester Enclosure, grey
CPS-370
Polyester Enclosure, black



* Minimum dimensions at level of mounting plate support

* Minimum dimensions at level of mounting plate support

* Minimum dimensions at level of mounting plate support

CP-320	CPS-320
2150	2150
360 x 160 x 91	
Part No.	
432.0.0000.00 ●	
432.0.0010.00	
432.0.0310.00	
	532.0.0000.00 ●
	532.0.0010.00
	532.0.0210.00

CP-330	CPS-330
3185	3185
560 x 160 x 91	
Part No.	
433.0.0000.00 ●	
433.0.0010.00	
433.0.0100.00	
	533.0.0000.00 ●
	533.0.0010.00
	533.0.0100.00

CP-370	CPS-370
2650	2650
255 x 250 x 120	
Part No.	
437.0.0000.00 ●	
437.0.0010.00	
437.0.0100.00	
	537.0.0000.00 ●
	537.0.0010.00
	537.0.0230.00

- 982.3.0080.00 ●
-
- 982.1.0120.00 ●
- 982.2.0150.00 ●
- 981.0.0140.00 ●
- 982.4.0040.00 ●
- 980.1.0450.00 ●
- 980.1.0460.00 ●
- 980.1.0320.00 ●
- 923.1.0090.00 ●

- 982.3.0850.00 ●
-
- 982.1.0150.00 ●
- 982.2.0180.00 ●
- 981.0.0160.00 ●
- 982.4.0040.00 ●
- 980.1.0450.00 ●
- 980.1.0460.00 ●
- 980.1.0320.00 ●
- 923.1.0090.00 ●

- 982.3.0090.00 ●
-
- 982.1.0070.00 ●
- 982.2.0100.00 ●
- 981.0.0350.00 ●
- 982.4.0110.00 ●
- 980.1.0450.00 ●
- 980.1.0460.00 ●
- 980.1.0320.00 ●
- 923.1.0090.00 ●

Pg	7	9	11	13.5	16	21	29	36	42	48
Side A/B	45	32	23	22	20	9	6	5	-	-
Side C/D	9	8	6	6	4	2	1	1	-	-

** Mechanical enclosure machining required

● = Ex-stock

Pg	7	9	11	13.5	16	21	29	36	42	48
Side A/B	78	60	36	32	28	14	8	8	6	-
Side C/D	8	8	6	6	4	2	1	1	-	-

** Mechanical enclosure machining required

● = Ex-stock

Pg	7	9	11	13.5	16	21	29	36	42	48
Side A/B	44	30	24	21	18	10	5	3	-	-
Side C/D	25	25	21	18	14	8	4	3	-	-

** Mechanical enclosure machining required

● = Ex-stock

Enclosures

4.6. Transistor



A Product Line of
Diodes Incorporated



ZVN4306A

60V N-CHANNEL ENHANCEMENT MODE VERTICAL DMOS FET IN E-LINE

Product Summary

$V_{(BR)DSS}$	Max $R_{DS(on)}$	Max I_D @ $T_A = 25^\circ C$
60V	330m Ω @ $V_{GS} = 10V$	1.4A
	450m Ω @ $V_{GS} = 5V$	1.2A

Features and Benefits

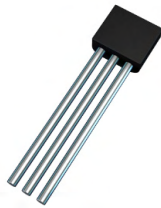
- Breakdown Voltage $BV_{DSS} > 60V$
- $R_{DS(on)} \leq 0.33\Omega$ @ $V_{GS} = 10V$
- Maximum continuous drain current $I_D = 1.1A$
- “Green” component, Lead Free Finish / RoHS compliant (Note 1)
- Qualified to AEC-Q101 Standards for High Reliability

Application

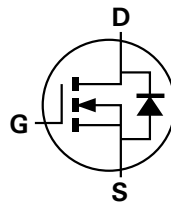
- DC – DC converters
- Solenoids / relay drivers for automotive

Mechanical Data

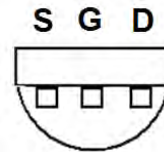
- Case: E-Line (TO-92 Compatible)
- Case Material: Molded Plastic, “Green” Molding Compound. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020
- Terminals: Matte Tin Finish
- Weight: 0.159 grams (approximate)



E-Line



Equivalent Circuit



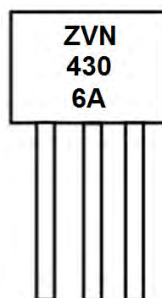
Pin Out - Bottom View

Ordering Information (Note 1)

Part Number	Package	Marking	Quantity
ZVN4306ASTZ	E-Line	ZVN4306A	2,000 per Ammo pack
ZVN4306A	E-Line	ZVN4306A	4,000 loose per box

Notes: 1. Diodes, Inc. defines “Green” products as those which are RoHS compliant and contain no halogens or antimony compounds. All applicable RoHS exemptions applied. Further information about Diodes Inc.’s “Green” Policy can be found on our website at <http://www.diodes.com>

Marking Information



ZVN4306A = Product Type Marking Code On Rounded Face

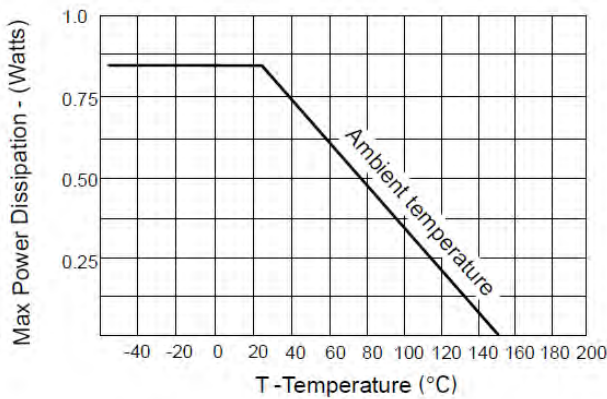
Maximum Ratings @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Drain-Source Voltage	V_{DSS}	60	V
Gate-Source Voltage	V_{GSS}	± 20	V
Continuous Drain Current	I_D	1.1	A
Practical Continuous Drain Current	I_{DP}	1.3	A
Pulsed Drain Current	I_{DM}	15	A

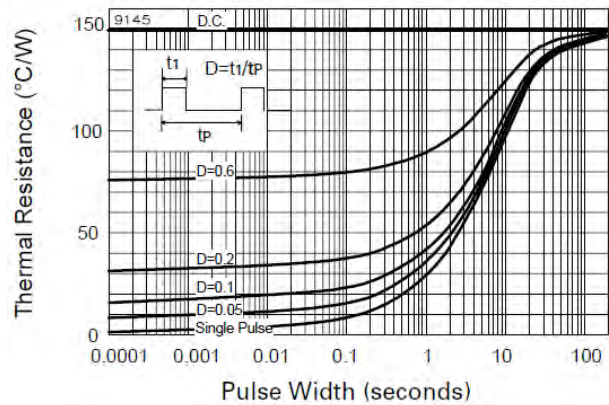
Thermal Characteristics @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Power Dissipation	P_D	850	mW
Practical Power Dissipation (Note 2)	P_{DP}	1.13	W
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	150	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Ambient (Note 2)	$R_{\theta JA}$	111	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Leads (Note 3)	$R_{\theta JL}$	50	$^\circ\text{C/W}$
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

- Notes: 2. For a device mounted on 25mm X 25mm X 1.6mm FR-4 PCB with high coverage of single sided 1oz copper, in still air condition.
3. Thermal resistance from junction to solder-point

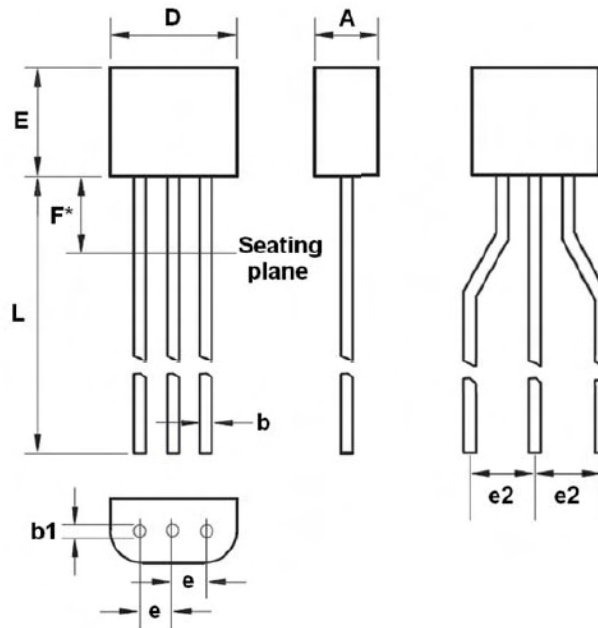


Derating curve



Maximum transient thermal impedance

Package Outline Dimensions



DIM	Millimeters		Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	2.16	2.41	0.085	0.095
b	0.41	0.495	0.016	0.0195
b1	0.41	0.495	0.016	0.0195
D	4.37	4.77	0.172	0.188
E	3.61	4.01	0.142	0.158
e*	1.27 NOM		0.050 NOM	
e†	2.54 NOM		0.100 NOM	
F‡	—	2.50	—	0.098
L	13.00	13.97	0.512	0.550

NOTES:

* loose product only

† taped product only

‡ leads uncontrolled above seating plane

Controlling dimensions are in millimeters. Approximate dimensions are provided in inches

Electrical Characteristics @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
OFF CHARACTERISTICS (Note 4)						
Drain-Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	60	-	-	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 1mA$
Zero Gate Voltage Drain Current $T_J = 25^\circ\text{C}$	I_{DSS}	-	-	1 20	μA	$V_{DS} = 60V, V_{GS} = 0V$ $V_{DS} = 48V, V_{GS} = 0V, T_A = 125^\circ\text{C}$
Gate-Source Leakage	I_{GSS}	-	-	± 100	nA	$V_{DS} = \pm 20V, V_{DS} = 0V$
On-State Drain Current	$I_{D(on)}$	12	-	-	A	$V_{GS} = 10V, V_{DS} = 10V$
ON CHARACTERISTICS (Note 4)						
Gate Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	1.3	-	3	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 1mA$
Static Drain-Source On-Resistance	$R_{DS(on)}$	-	0.22 0.32	0.33 0.45	Ω	$V_{GS} = 10V, I_D = 3A$ $V_{GS} = 5V, I_D = 1.5A$
Forward Transconductance	g_{fs}	700	-	-	mS	$V_{DS} = 10V, I_D = 3A$
DYNAMIC CHARACTERISTICS (Note 4)						
Input Capacitance	C_{iss}	-	-	350	pF	$V_{DS} = 25V, V_{GS} = 0V,$ $f = 1.0MHz$
Output Capacitance	C_{oss}	-	-	140	pF	
Reverse Transfer Capacitance	C_{rss}	-	-	30	pF	
Turn-On Delay Time (Note 5)	$t_{d(on)}$	-	-	8	ns	$V_{DD} = 25V, I_D = 3A, V_{GEM} = 10V$
Turn-On Rise Time (Note 5)	t_r	-	-	25	ns	
Turn-Off Delay Time (Note 5)	$t_{d(off)}$	-	-	30	ns	
Turn-Off Fall Time (Note 5)	t_f	-	-	16	ns	

Notes: 4. Measured under pulsed conditions. Width = 300 μs . Duty cycle $\leq 2\%$
5. Switching times measured with 50 Ω source impedance and <5ns rise time on a pulse generator

Electrical Characteristics

