



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza



# **EQUIPO DE MEDIDA PARA MONITORIZACIÓN Y AUDITORÍA DEL CONSUMO ELÉCTRICO EN INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.**

Proyecto Fin de Carrera

Ingeniería Técnica Industrial Electricidad

Convocatoria de Junio 2013

**AUTOR:** Alejandro García El Hachimi

**DIRECTOR:** Antonio Pardina Carrera

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Eléctrica



## INDICE.

INDICE.....	1
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	3
1.1 ENUNCIADO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	3
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.2.1 <i>Potencia Eléctrica</i> .....	3
1.2.1.1 Magnitudes empleadas en potencia eléctrica.....	3
1.3 ETAPAS EN EL DESARROLLO DEL PROTOTIPO.....	5
1.4 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LOS CIRCUITOS NECESARIOS.....	6
1.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL MEDIDOR DE ENERGÍA.....	6
1.6 JUSTIFICACION DE LAS DECISIONES Y/O SOLUCIONES TECNICAS ADOPTADAS.....	7
1.6.1 <i>Transformador de Tensión</i> .....	7
1.6.2 <i>Circuito de Medida de Potencia</i> .....	7
1.6.3 <i>Transformador de Intensidad</i> .....	7
1.6.4 <i>Tarjeta de Adquisición de datos</i> .....	8
1.6.5 <i>Software de procesamiento de los datos</i> .....	8
2. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.....	9
2.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL MEDIDOR.....	9
2.2 BLOQUES DEL SISTEMA.....	10
2.2.1 <i>Sistema de Alimentación</i> .....	10
2.2.2 <i>Transformador de Intensidad</i> .....	10
2.2.3 <i>Circuito Integrado de Medida</i> .....	11
2.2.4 <i>Tarjeta de Adquisición de Datos</i> .....	11
2.2.5 <i>Software</i> .....	12
3. DESARROLLO DE LOS BLOQUES DEL SISTEMA.....	14
3.1 FUENTE DE ALIMENTACION.....	14
3.2 TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD.....	15
3.2.1 <i>Transformador de Intensidad (TA/151100)</i> .....	15
3.2.1.1 Densidad de corriente J.....	17
3.2.1.2 Cálculo sección cable primario T.I.....	18
3.2.1.3 Cálculo número de espiras arrolladas al primario del T.I.....	19
3.3 BLOQUE CIRCUITO INTEGRADO DE MEDIDA.....	20
3.3.1 <i>Descripción Funcional del Cálculo de Potencia</i> .....	23
3.3.2 <i>Cálculo de los Componentes Externos del Circuito de Medida</i> .....	24
CONDENSADORES.....	25
RESISTENCIAS.....	26
3.3.3 <i>Potencia. Energía. Quantum de Energía <math>-E_0</math>. Cálculo de <math>R_{ADJ}</math></i> .....	27
3.3.4 <i>Ajuste de la Frecuencia de Salida en el Laboratorio</i> .....	30
3.3.5 <i>Salida Pulsos FOUT1 del Optoacoplador. Entrada Tarjeta Velleman</i> .....	31
3.4 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	32
3.4.1 <i>Introducción a la DLL para la tarjeta interface USB K8055</i> .....	35
3.4.2 <i>Resumen de los procedimientos y funciones de la K8055.DLL</i> .....	36
3.4.3 <i>Usar la K8055.DLL en Visual Basic</i> .....	43
3.5 SOFTWARE "MYOPENLAB".....	44
4. FABRICACIÓN DE LAS PLACAS.....	67
4.1 IMPRESIÓN DEL CIRCUITO EN LA PLACA.....	67
4.1.1 <i>Insolado de la placa</i> .....	67

---

4.1.2 Revelado de la Placa .....	68
4.2 ATAQUE ÁCIDO. ....	68
4.3 LIMPIADO. ....	68
4.4 TALADRADO DE LA PLACA. ....	69
4.5 SOLDADURA DE LOS COMPONENTES. ....	69
5. ESTUDIO DEL CONSUMO ELÉCTRICO. ....	70
5.1 TARIFAS ELÉCTRICAS. ....	70
5.1.3.1 Tarifa 2.0 A y 2.1 A .....	73
5.1.3.2 Tarifa 2.1 DHA y 2.1 DHA .....	73
5.1.3.3 Tarifa 3.0 A. ....	74
5.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ALMACENADOS. ....	75
6. CONCLUSIONES FINALES. ....	80
7. BIBLIOGRAFÍA. ....	81
8. ANEXOS. PLANOS. ....	82
08.01 ESQUEMA GENERAL DE BLOQUES. ....	82
08.02 ESQUEMA TRAFIO DE INTENSIDAD. ....	82
08.03 ESQUEMA MEDIDOR DE ENERGÍA. ....	82
08.04 ESQUEMA DE CIRCUITO TARJETA VELLEMAN K8055 USB. ....	82
08.05 PLANO CIRCUITO IMPRESO MEDIDOR DE ENERGÍA. ....	82
08.06 PLANO CIRCUITO IMPRESO TARJETA VELLEMAN K8055 USB. ....	82
08.07 LISTADO COMPONENTES (PLACA MEDIDOR SAMES). ....	82
08.08 LISTADO COMPONENTES (TARJETA VELLEMAN K8055 USB). ....	82



## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

### 1.1 ENUNCIADO Y OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene como objetivo el diseño, cálculo, desarrollo y construcción de un prototipo de **Contador Eléctrico para el consumo y monitorización en tiempo real de una instalación de baja tensión de hasta 23 KW.**

### 1.2 ANTECEDENTES.

Se quiere contabilizar el consumo eléctrico mediante un Software (**MyOpenLab**) destinado a trabajar con tarjetas de adquisición de datos (**Tarjeta K8055 USB Velleman**). Este cálculo del consumo real eléctrico se realiza mediante el recuento de pulsos que recibe un circuito diseñado con un transformador de intensidad que envía el recuento a la tarjeta USB para procesarlos mediante el Software.

#### 1.2.1 Potencia Eléctrica.

Se define como el producto de tensión por corriente  $P = VI$ , y según sea la potencia mayor que cero o menor que cero la carga estará actuando como receptor (absorbiendo energía).

##### 1.2.1.1 Magnitudes empleadas en potencia eléctrica.

#### Potencia Activa:

Se define como la potencia que se desarrolla íntegramente en la parte resistiva de la carga.

$$P = U_e \cdot I_e \cdot \cos\varphi$$

Siendo  $U_e$  y  $I_e$  la tensión y corriente eficaces que circulan por la carga.

#### Potencia Aparente.

Es la amplitud de la onda de potencia de la componente inductiva o capacitiva de una impedancia cualquiera.

$$S = U_e \cdot I_e$$

Se trata de la magnitud más directa de medir y calcular.

#### Potencia Reactiva.

Se trata de la potencia que se desarrolla íntegramente en la parte inductiva o capacitiva de la carga.

$$Q = U_e \cdot I_e \cdot \sin\varphi$$

Todas las potencias definidas tienen las mismas dimensiones, pero para diferenciarlas se les asignan distintas unidades:

Potencia activa en Vatios [W]

Potencia aparente en Voltio Amperios [VA]

Potencia reactiva en Voltio amperios reactivos [VAR]

Los valores de estas tres potencias se representan gráficamente como los lados del triángulo rectángulo del siguiente modo.

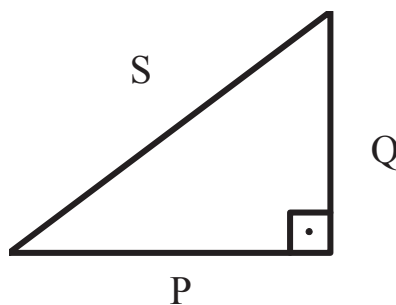


Figura 1.1 Triángulo de potencias

Los tres lados de este triángulo de la figura se pueden deducir:

La parte real  $P$  es la potencia activa,  $Q$  es la parte imaginaria potencia reactiva y la suma vectorial de ambas,  $S$ , la potencia aparente.

Una carga siempre tiene su componente resistiva e inductiva. En este caso el triángulo de potencia (figura 1.1).

Según sea el tipo de carga y su componente inductiva variará ( $\phi$ ) desfase entre tensión y corriente produciendo un cambio también en la magnitud de las diferentes potencias. Así si el desfase aumenta, implica que la potencia activa disminuye mientras la potencia aparente y la reactiva aumentan respectivamente.

Pero también la carga puede ser óhmico-capacitiva, en este caso el triángulo de potencias queda como observamos:

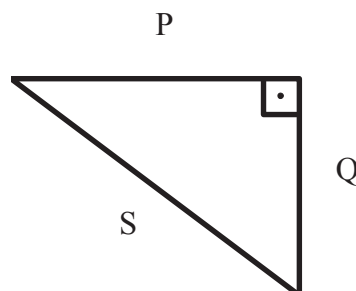


Figura 1.2 Triángulo de potencias.



De esta forma la potencia activa es siempre positiva (potencia útil), pero la reactiva y la aparente serán negativas. La variación de las magnitudes es similar a la carga óhmico-inductiva pero con signo negativo.

### 1.3 ETAPAS EN EL DESARROLLO DEL PROTOTIPO.

A continuación se exponen de forma breve las diferentes etapas por las que se ha pasado en el diseño y desarrollo del aparato.

#### Definición del equipo

En esta primera fase se enumeran de forma precisa todas y cada una de las especificaciones que debe cumplir el equipo. En ella se plantean algunas alternativas eligiéndose aquellas más adecuadas para alcanzar el objetivo final.

#### Diseño y construcción de los circuitos necesarios

Después de haber definido claramente el equipo que queremos diseñar se procederá a realizar el diseño y la posterior construcción de **la placa con el circuito integrado y el transformador de intensidad** que nos ayudaran a probar los diferentes componentes utilizados y a comprobar el correcto funcionamiento del equipo.

#### Diseño detallado de los circuitos y programas

A continuación se definen los algoritmos y los esquemas que implementan y optimizan el sistema. En esta etapa se construye y prueba la placa que va a contener el aparato y se desarrolla el programa en **MyOpenLab**.

#### Puesta a punto de los programas y circuitos

Esta etapa consistió en verificar si el prototipo cumplía las especificaciones previstas. A la vista de los resultados se hacen las modificaciones necesarias. Es en esta fase donde se utilizó **una estufa como resistencia que simulaba el consumo eléctrico de la instalación** así podíamos ajustar el programa y afinar su medida.

#### Diseño del prototipo

En esta fase se construyen los circuitos impresos de los esquemas definitivos. El Software programado mediante **Java en MyOpenLab** funciona correctamente y se añade una interfaz gráfica para hacer más sencillo el funcionamiento para el usuario.

## 1.4 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LOS CIRCUITOS NECESARIOS.

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto se necesitarán diferentes tipos de circuitos electrónicos (aparatos de medida, fuentes de alimentación, montaje de tarjeta Velleman K8055...).

- Se añadió un **Transformador de Tensión CROVISA 230V/9V** conectado a la red e integrado en el circuito diseñado.

- Se hizo necesaria la construcción de un **Medidor de energía** (para la entrada proporcional de corriente al circuito específico SAMES) **basado en un trafo de intensidad SIRIO TA/151100 100A/0.2A** que proporcionarán una corriente de salida proporcional a su relación de transformación.

- Circuito de **Medida de potencia A/D** basado en el integrado específico **SA9102C** el cual realiza el cálculo de tensión y corriente consumida, dándonos una salida de pulsos proporcional a la potencia consumida en la carga. Ha sido preciso diseñarlo, construirlo y calcular los componentes para correcto su funcionamiento dentro de los rangos de medida deseados.

- Circuito **control, cálculo y monitorización**. Diseñado y construido mediante una **Tarjeta K8055 USB Velleman de adquisición de datos**. Es una tarjeta que nos posee dos entradas y dos salidas analógicas (0 a 5V), cinco entradas digitales y ocho salidas digitales. Además la alimentación de la propia tarjeta es mediante USB al PC.

- El programa que se encarga de comunicarse con la tarjeta y procesar esos pulsos de energía es **MyOpenLab**, es un programa destinado a desarrollar aplicaciones para este tipo de tarjetas mediante Java.

## 1.5 CARACTERISTICAS GENERALES DEL MEDIDOR DE ENERGÍA.

Veamos las especificaciones que debe cumplir el equipo. Antes de la construcción del prototipo tenemos que precisar las características principales del mismo, potencia que va a medir, en nuestro caso será la potencia de la instalación a la que se conecte y podrá ser de un máximo de hasta **23kW**.

La potencia del medidor de energía está determinada por la tensión de la Red (230V) y la intensidad del circuito primario del transformador de intensidad (100A).

$$P_{\max} = 230V * 100A = 23000 W$$



---

## 1.6 JUSTIFICACION DE LAS DECISIONES Y/O SOLUCIONES TECNICAS ADOPTADAS.

Vamos a nombrar las diferentes decisiones adoptadas en la realización de las distintas partes de este proyecto considerándose, en su caso, las diferentes alternativas que se nos han planteado y hemos tenido que solucionar.

En todo el desarrollo del proyecto se ha intentado a la hora del diseño del mismo y luego en su construcción sobre todo; la fácil obtención, estandarización, suministro y rapidez de todos los componentes usados para el mismo. Principalmente fue esto lo que marco un poco el cálculo del circuito del medidor de energía porque en base a este prototipo puede haber la posibilidad de realizar contadores de consumo eléctrico posteriores.

### ***1.6.1 Transformador de Tensión.***

El sistema de alimentación es el encargado de proporcionar una tensión continua a los distintos componentes de nuestro sistema a partir de la tensión de red (230V). Por lo que a partir de la tensión de red, y utilizando un atenuador conseguiremos reducirla, para después y mediante un puente de diodos rectificaremos, y por último, con condensadores disminuirémos el factor de rizado.

En la salida del circuito secundario del transformador de tensión CROVISA 230V/9V obtenemos una tensión de 9V que será la que alimentará al circuito impreso.

### ***1.6.2 Circuito de Medida de Potencia.***

Es el circuito central del proyecto y en el que se van a basar todos los demás es un **circuito de medida de potencia** basado en un integrado específico de la casa Sames. Dentro de todos los integrados que tienen, el elegido fue concretamente el **SA9102C** para medida de potencia ya que operaba en un amplio rango de temperaturas, usando como sensores de corriente, transformadores de intensidad.

El circuito impreso está colocado dentro de una caja de Carril DYN para facilitar su instalación en la industria o empresa que se quiera probar.

### ***1.6.3 Transformador de Intensidad.***

De todos los transformadores de intensidad de la casa SIRIO que hay, elegimos el **SIRIO TA/151100 100A/0.2A** ya que cuando el cable de la alimentación de la instalación circula por dentro del transformador de intensidad podrá circular con hasta 100A; de ese modo en el circuito secundario del transformador estaría entregando 0.2A que los recibirá el circuito de medida de potencia.



#### ***1.6.4 Tarjeta de Adquisición de datos.***

El circuito de medida está diseñado para que cuando reciba una cantidad de energía (kWH) el optoacoplador mandará un pulso con una frecuencia determinada a la tarjeta de adquisición de datos para que pueda procesarlo.

En el mercado hay muchas tarjetas de datos, nosotros elegimos una de la marca Velleman modelo K8055 USB porque era un modelo muy comercial e incluía un buen soporte para su montaje y desarrollo de aplicaciones.

#### ***1.6.5 Software de procesamiento de los datos.***

Existen muchos programas para poder trabajar con tarjetas de datos, Sin embargo existe uno llamado **MyOpenLab** desarrollado especialmente para trabajar con la Tarjeta Velleman o la Tarjeta Arduino. Es un software libre y diseñado para desarrollar aplicaciones prácticas y reales con este tipo de tarjetas. El programa contiene unas librerías y una interfaz muy gráfica para poder diseñar de manera más fácil.

## 2. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA.

El diagrama de bloques que muestra el funcionamiento general medidor de energía eléctrica:

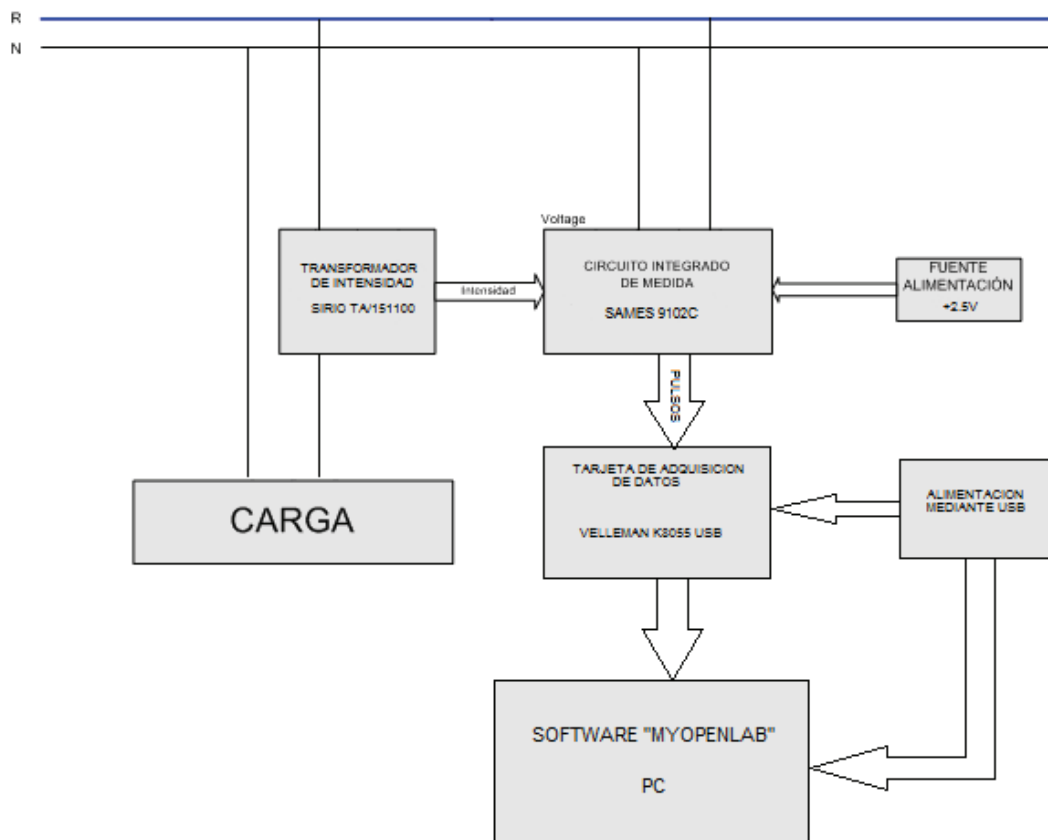


Figura 2.1 Diagrama de bloques general del Medidor.

### 2.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL MEDIDOR.

El medidor está conectado a la potencia que queremos monitorizar mediante el circuito integrado de medida y el transformador de intensidad. Este transformador inyecta una corriente por su secundario hacia el circuito integrado proporcionalmente a la potencia consumida en la instalación. El circuito se encarga de procesarlo y enviar un pulso de energía a la tarjeta de adquisición de datos. Este pulso se recibe en el PC mediante el software “MyOpenLab”. Cuando ya tenemos el pulso de energía registrado en el ordenador podemos almacenarlo para un estudio de la energía consumida por la instalación en tiempo real.

## 2.2 BLOQUES DEL SISTEMA

En el esquema (figura 2.1) vamos a diferenciar los siguientes bloques.

### 2.2.1 Sistema de Alimentación.

El circuito integrado y el transformador de intensidad están alimentados mediante la red (230V) y una fuente de alimentación que alimenta el integrado SAMES a 2.5V. La Tensión del secundario del trafo es de 9V y es rectificada mediante un puente de diodos y atenuada.

La Tarjeta Velleman de adquisición de datos tiene su propia alimentación a través del puerto USB hacia el PC.

### 2.2.2 Transformador de Intensidad.

Este tipo de transformador **SIRIO TA/151100 100A/0.2A** no va a dar un flujo proporcional en el secundario al número de espiras arrolladas en el primario. Estas espiras están conectadas en serie con la carga, por lo que la intensidad que circula a través de ellas es la misma que en la carga. Así que el flujo de secundario se va a convertir en una tensión proporcional a la intensidad consumida por la carga.

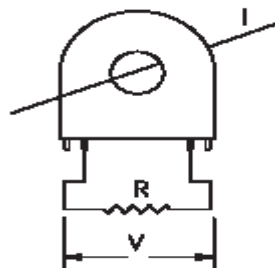


Figura 2.2 Caída Tensión Trafo de Intensidad

Este bloque está muy relacionado con el *circuito integrado de medida*, realiza las funciones de sensor captando y adaptando la corriente que el circuito de medida va a ver. Siendo esta intensidad detectada como una caída de tensión proporcional en la resistencia de bajo coste y potencia colocada en el secundario y que estará localizada en la placa de nuestro circuito de medida donde el integrado específico realiza las operaciones correspondientes para el cálculo de potencia.

El transformador está conectado con la placa de medida a través de un regletero de 2 bornas. En la primera borna circula la fase y en la segunda el neutro.



Este transformador nos inyectará en la placa una intensidad máxima de 0.2A cuando por su primario circule una corriente de la carga de 100A.

### **2.2.3 Circuito Integrado de Medida.**

Placa y bloque principal de nuestro sistema va esta compuesta por el integrado específico (**SA9102C**) y los componentes que lo complementan para su correcto funcionamiento, así como los componentes calculados para dar el rango de funcionamiento deseado. En ella tenemos la entrada de las dos variables del sistema para la obtención de la potencia, tensión e intensidad.

La variable *intensidad*, como ya hemos visto en el apartado anterior, estará proporcionada por los transformadores de intensidad de los que obtenemos una tensión proporcional al flujo.

La variable *tensión* la obtenemos en el integrado por medio de un divisor resistivo de la tensión de fase de la línea.

Ambas son operadas por el integrado, obteniendo en una de las salidas el resultado de la *potencia media total* consumida en forma de pulsos proporcionales a la misma y que serán llevados al bloque microprocesador para su adaptación y visualización.

### **2.2.4 Tarjeta de Adquisición de Datos**

La Tarjeta Velleman K8055 se conecta al PC mediante un puerto USB y puede ser gobernado mediante programas que operen con el lenguaje Java. En nuestro caso el programa que utilizaremos será "MyOpenLab" como hemos mencionado anteriormente.

Su arquitectura se expresa en la figura 2.3

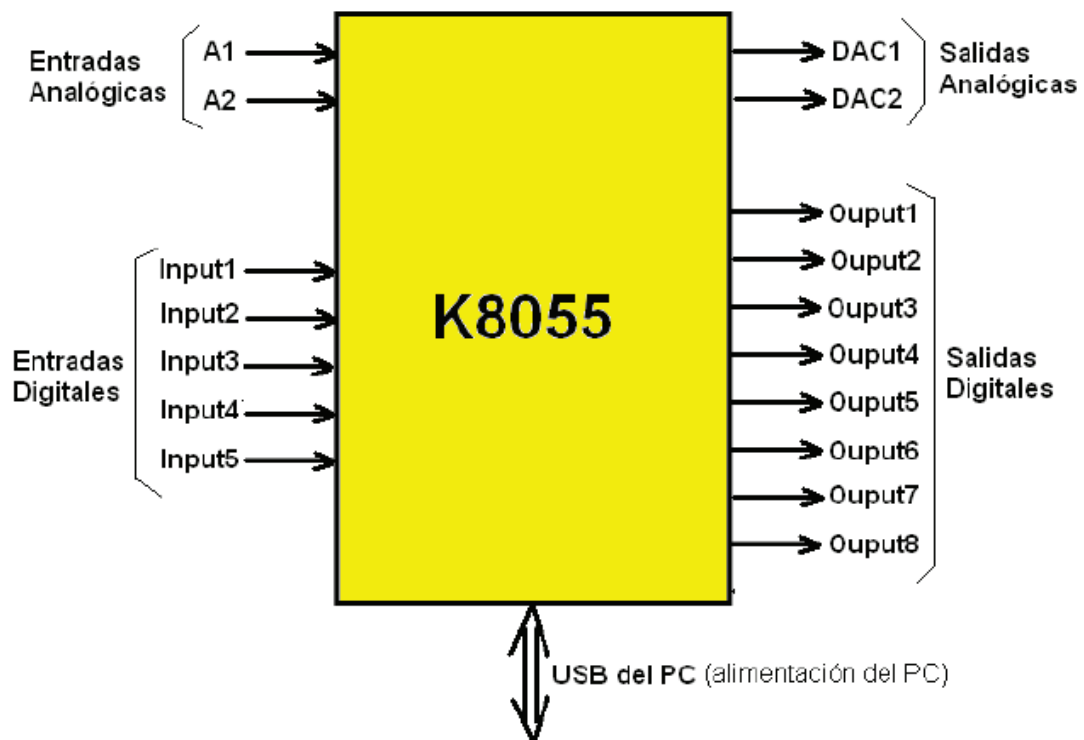


Figura 2.3 Diseño Tarjeta Velleman K8055.

Observamos que la tarjeta nos ofrece:

- 2 Entradas analógicas (de 0 a 5V)
- 2 Salidas analógicas (de 0 a 5V)
- 5 Entradas digitales.
- 8 Salidas Digitales.

Esta tarjeta debemos decir que no es programable lo cual significa que para que funcione debe estar permanentemente conectada al puerto USB. El control lo realiza siempre el PC, es decir la aplicación MyOpenLab que tengamos en ejecución.

### 2.2.5 Software

El Software que emplearemos se llama "MyOpenLab"

MyOpenLab es un entorno orientado a la simulación de circuitos y sistemas con un amplio campo de aplicaciones. Sus características más importantes son:



- Facilidad de uso
- Amplia biblioteca de funciones tanto para manejo de señales analógicas como digitales.
- Tratamiento de los tipos de datos y operaciones con estos.
- Realización de las aplicaciones mediante el uso de bloques de función.
- Facilidad para crear pantallas de visualización que recojan el estado de las variables y eventos de las simulaciones.
- Posibilidad de ampliación de su librería de componentes.
- Posibilidad de creación de submodelos que se pueden encapsular a su vez en otros submodelos.

Dentro de las herramientas de Instrumentación Virtual (VI Virtual Instruments) esta herramienta es un ejemplo de sencillez y potencia a la vez.

Las aplicaciones que se realizan con MyOpenLab reciben el nombre de **VM** (Visual Modeling).

### 3. DESARROLLO DE LOS BLOQUES DEL SISTEMA.

#### 3.1 FUENTE DE ALIMENTACION.

- Con trafo de tensión, utilizado en la alimentación del integrado (Circuito Integrado de medida).

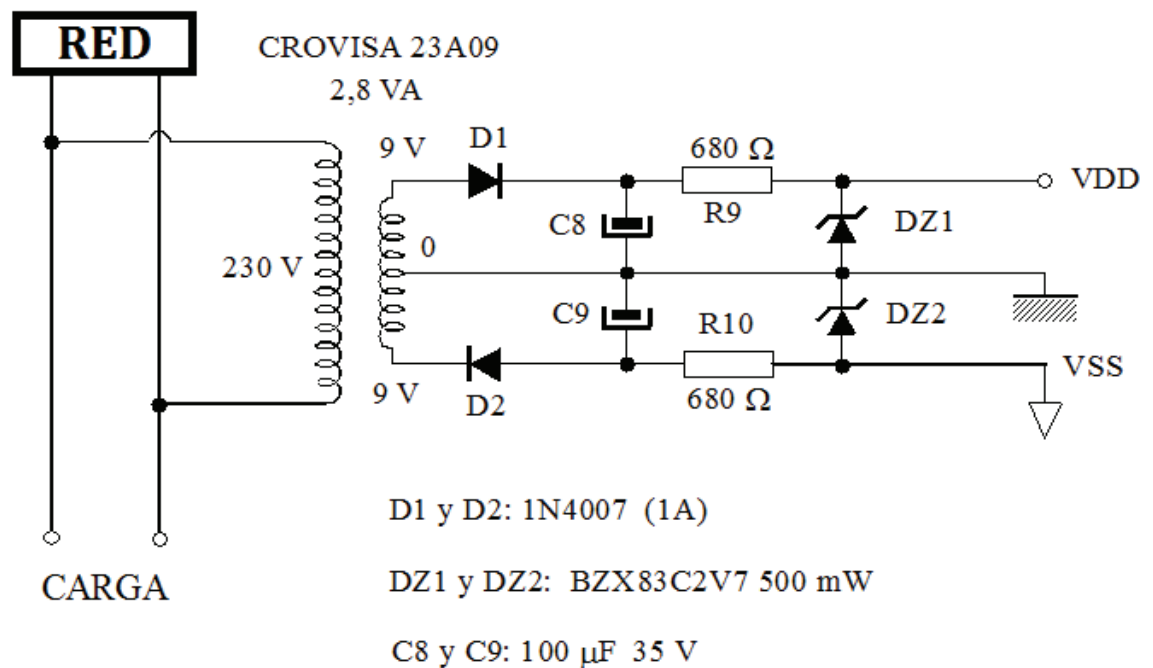


Figura 3.1. Fuente Alimentación.

Las circuiterías del **medidor de energía** están alimentadas mediante una fuente montada en la placa. Para convertir la onda de red en un nivel de continua, voy a seguir los siguientes pasos:

#### 1. Atenuar la tensión de red.

Para ello se emplea un transformador conectado a la red eléctrica y cuyo valor de tensión de tensión eficaz en el secundario es de 9V.

La fuente de alimentación está formada por un transformador encapsulado de 230V/9V – 0V del fabricante CROVISA que ofrece una potencia de 2,8VA y capacidad para suministrar una  $I_{MAX} = 9V / 2,8VA = 311$  mA:

$$V_{out} = 9\sqrt{2} = 12.72V \text{ de tensión de pico.}$$

$$I_{out} = 2,8 \text{ VA} / 12.72 \text{ V} = 220 \text{ mA}$$

Intensidad más que suficiente para la alimentación del circuito integrado de SAMES. Es muy importante haber ajustado este consumo ya que de ello va a depender las dimensiones del transformador a colocar.

Observamos también que los trafos no trabajan en el límite de la zona de máxima potencia, por lo que no sufrirán grandes calentamientos, no siendo necesaria ventilación en la caja donde coloquemos las placas.

## 2. Rectificar la tensión de red.

El nivel obtenido de tensión en el transformador se rectifica, utilizando para ello los puentes de 4 diodos (D1, D2, DZ1, DZ2), ver figura 3.1. Con esto, se tienen los semiciclos negativos de la onda de red simétricos respecto del eje de tiempos. Ambos semiciclos cuentan una tensión de pico de  $9 \cdot \sqrt{2} = 12,72$  voltios, sin embargo hay que restar el valor de 1,4V que es el nivel de tensión correspondiente a la caída en el puente rectificador. Así pues a la salida del puente se obtiene una onda sinusoidal unipolar de 100 Hz, con un valor de aproximado de 11,32 voltios de pico.

## 3. Filtrar la onda rectificada.

El filtrado se lleva a cabo con un los condensadores de 100μF/35V, ver figuras 3.1, tienen una función de filtrado y de atenuación del rizado obteniéndose así un nivel medio de continua, entorno a los 10 voltios para el regulador, con un pequeño rizado. Cuanto mayor es el valor de los condensadores C8 y C9, el rizado obtenido será menor, pero el pico de corriente de carga será también mayor, afectando directamente en el puente de diodos. El rizado depende de la corriente máxima que suministra cada estabilizador, y en función de la carga que tenemos conectada, esta corriente es de 20 mA, eligiendo un rizado de unos 2V como máximo, obtengamos el valor de los mismos:

$$C = \frac{I}{2 \cdot \Delta V \cdot f} = \frac{20 \text{ mA}}{2 \cdot 2 \text{ V} \cdot 50 \text{ Hz}} \approx 100 \mu\text{F}$$

Figura 3.2. Cálculo Capacidad condensador.

## 3.2 TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD.

### 3.2.1 Transformador de Intensidad. (TA/151100)

Los transformadores de corriente SIRIO TA/151100 para 50/60 Hz, este modelo concretamente esta preparado para la medida de corrientes nominales máximas por primario de 100A. Esta constituido por un núcleo de láminas y un alto número de espiras arrolladas en el secundario que con corrientes muy bajas



circulando por el mismo, en nuestro caso  $n_{1-4} = 500$  por lo que obtenemos en secundario obtenemos una  $I_{MAX} = 0,2A$ , que va a resultar idónea, debido a que queda muy reducida, para nuestro circuito electrónico de medida.

Estos transformadores trabajan en un amplio rango de temperaturas de  $-40^{\circ}C$  a  $+70^{\circ}C$  y tienen una tensión de aislamiento entre primario y secundario de 4 KV. Con el objetivo de conseguir una buena precisión y sensibilidad en la medición de la corriente, elegiremos este tipo de transformador dada su característica de permeabilidad del núcleo.

### Esquemático Trafo Intensidad

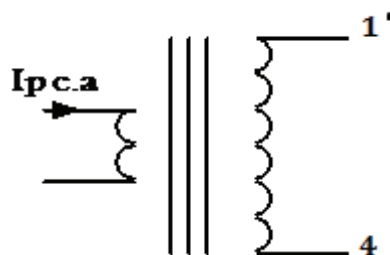


Figura 3.3 Esquema transformador de intensidad.

El número de espiras arrolladas en el primario va a ser proporcional al flujo en el secundario ya que hacemos trabajar al núcleo en zona lineal. Por lo que el flujo es lineal a la corriente medida que circula por el conductor arrollado en el orificio central del transformador de corriente, que actúa como bobinado de primario. Es posible, por tanto, medir la pequeña corriente de secundario y obtener una magnitud proporcional y entendible por nuestro circuito de medida haciéndola caer en una resistencia de precisión de baja potencia, valores de resistencia que luego más tarde calcularemos en el circuito de medida. Obtenemos de esta manera una tensión proporcional en secundario a la corriente que circula por el primario. Reduciendo así también la intensidad que el integrado recibirá ya que directamente no sería posible conectarlo a la carga.

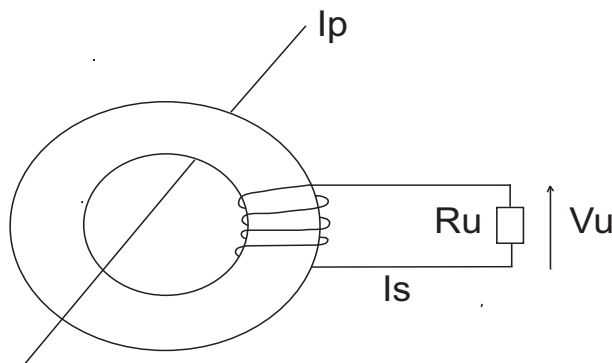


Figura 3.4 Esquema equivalente trafo intensidad.

## CARACTERISTICAS TRANSFORMADOR DE CORRIENTE

Código	$I_p/I_s$	$\Phi$ Secundario	$n$	Salidas	$R_u$	$V_u$	Precisión
TA/151100	100/0,2	0,28 mm	500	1 - 4	$20\Omega$	$4V_{ac}$	0.8%

La serie **TA** estándar está compuesta por encapsulados de plástico ignífugo, según la norma UL 94 V 0, rellenos con resina sintética, proporcionándoles así:

- Gran estabilidad térmica.
- Protección mecánica.
- Aislamiento galvánico superior a los 5 Kva. entre primario y secundario. Por lo que la red y sus posibles ruidos estarán aislados.



Figura 3.5 Gama transformadores de Intensidad.

El modelo usado *TA/151100* tiene dos bornes en el secundario. Con este tipo de sensor obtenemos aislamiento entre el circuito de potencia donde conectamos la carga con la red y el de medida..

### 3.2.1.1 Densidad de corriente $J$ .

Consideremos un conductor cuya sección transversal tiene un área  $A$  y que conduce una corriente  $I$ . Podemos definir la *Densidad de Corriente  $J$*  como la corriente que circula por el conductor por unidad de área. La densidad de corriente es una magnitud vectorial, cuya dirección es la misma que la del movimiento de los portadores de carga negativa, y cuyo sentido es opuesto al de éstos.

Así por definición de densidad de corriente obtenemos que:

$$\mathbf{J} = \frac{I}{A} ; \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$$

Cuando se mantiene una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor, se establece en él una densidad de corriente **J** y un campo eléctrico **E**. La Ley de Ohm establece que en algunos materiales (incluidos la mayoría de los metales) se cumple una relación de proporcionalidad entre **E** y **J** de la forma:

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E}$$

Donde  $\sigma$  es la conductividad del conductor y es independiente del campo eléctrico que produce la corriente.

### 3.2.1.2 Cálculo sección cable primario T.I.

Normalmente se suelen encontrar tablas normalizadas que nos indican la sección del cable y la correspondiente densidad de corriente que este admite, veámoslo en la tabla 3.6:

Sección del Cable	Densidad de Corriente.
1 mm <sup>2</sup>	9 A/mm <sup>2</sup>
10 mm <sup>2</sup>	7 A/mm <sup>2</sup>
20 mm <sup>2</sup>	5 A/mm <sup>2</sup>
30 mm <sup>2</sup>	3 A/ mm <sup>2</sup>

Tabla 3.6 Sección y Densidad de corriente

Otra regla que se usa mucho en el cálculo de secciones de cable es, en función de cada kilovatio de potencia hacer corresponder un milímetro cuadrado de sección de cable de cobre.

$$1 \text{ mm}^2 \rightarrow 1 \text{ Kw}$$

Si la relación  $\frac{\text{Perímetro}}{\text{Sección}}$  es muy elevada, la densidad de corriente que se puede aplicar es mucho mayor, un claro ejemplo serían las pistas de circuito impreso, estas soportarían una elevada intensidad debido a que cumplen esta relación.

Para nuestro caso y de una forma empírica, la densidad de corriente del cable estará normalizada ya que el cable que arrollará al primario del transformador de intensidad será el cable general que lleve el consumo total de la instalación a medir.

### 3.2.1.3 Cálculo número de espiras arrolladas al primario del T.I.

Sabemos, por las características de los transformadores de intensidad, que soportan una corriente máxima por primario de  **$I_p = 100\text{A}$** , hasta esta corriente el trafo tiene un comportamiento lineal. Si por el primario simplemente hiciéramos pasar un solo cable – una espira – y por el mismo una intensidad de 25A, este generaría el flujo correspondiente a la intensidad máxima, por lo que en secundario la *Intensidad /  $r_t$*  máxima que ese flujo crearía con una carga aproximadamente de  **$R_u = 20\Omega$**  sería  **$I_s = 0,2\text{A}$** .

En nuestro caso, el cable de la instalación podrá tener una intensidad máxima de 100A.

*\*Nota: Si se quisiera hacer una medición o estudio del hipotético consumo eléctrico de una misma instalación pero con el doble de potencia; la solución sería colocar dos espiras del mismo cable arrollando el primario del transformador de intensidad (Es posible para instalaciones con una intensidad menor o igual a 50A).*

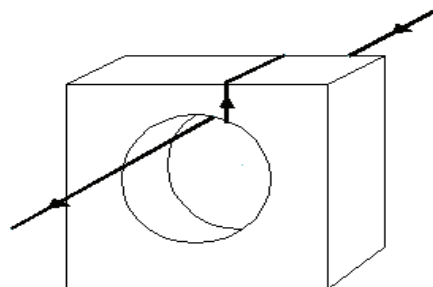


Figura 3.7 Trafo intensidad con dos espiras.

### 3.3 BLOQUE CIRCUITO INTEGRADO DE MEDIDA.

Esta es la placa principal del contador eléctrico, en la que se realiza la medida de potencia activa consumida y que el integrado nos traducirá en una serie de pulsos de salida proporcionales al consumo en la carga que serán luego recibidos por la Tarjeta Velleman.

Este bloque está basado un circuito integrado de medida con salida de pulso **SA9102C** fabricado por *SAMES* y todos los componentes electrónicos necesarios para su correcto funcionamiento y rango de medida. El integrado posee como principales características:

- ⇒ La medida unidireccional de energía y potencia en 1, 2 ó 3 fases.
- ⇒ Operación en un amplio rango de temperatura.
- ⇒ Uso transformadores de corriente como sensor.
- ⇒ Excelente estabilidad
- ⇒ Muy fácil de adaptar a los diferentes niveles de señales.
- ⇒ Tiene una tensión de referencia de precisión en el mismo chip, utilizable según necesidades.
- ⇒ Posee tres salidas diferentes de frecuencia
- ⇒ Está protegido contra descargas electrostáticas.

Es un circuito monolítico, pero compuesto por una gran cantidad de bloques internamente veamos diagrama figura1. Está desarrollado en tecnología CMOS con un rango de trabajo de 1000:1 y una gran precisión de medida. Este integrado realiza el cálculo directamente de potencia activa pudiendo además calcular la energía integrando en el tiempo la potencia obtenida.

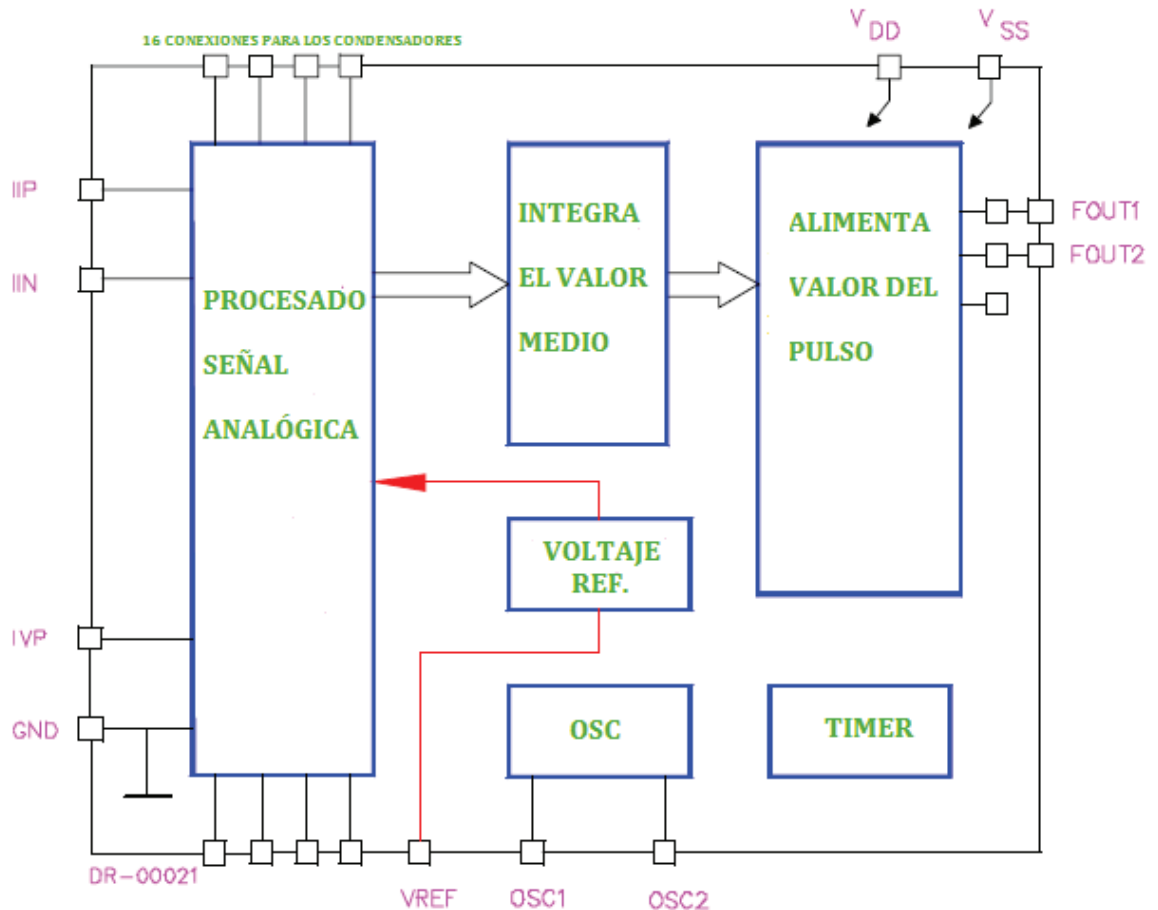


Figura 3.12. Diagrama de bloques integrado SAMES.

Posee 20 patillas divididos entre las diferentes líneas de alimentación, entrada, y salida veamos en la figura 3.12 como es su patillaje y encapsulado.

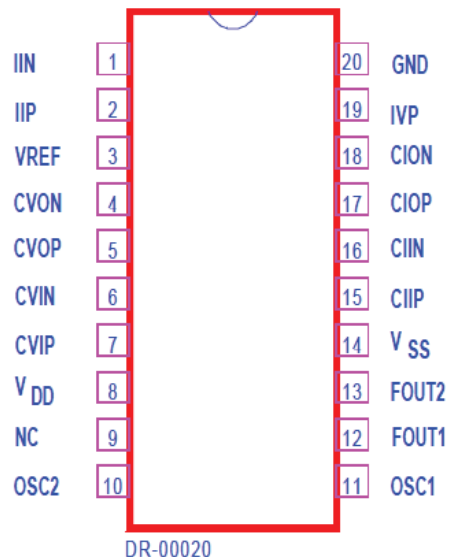


Figura 3.13. Patillaje SA9102C

#### Descripción del patillaje.

**VDD:** Se aplica la tensión positiva de alimentación 2.5V.

**VSS:** Masa fuente 2.5V.

**IVP:** Entrada analógica del voltaje para la fase.

**IIN IIP:** Entrada sensores de corriente de la fase.

**OSC1, OSC2:** Patillas del Xtal oscilador externo de 3,5795 Mhz.

**FOUT1.** Patilla salida de pulsos con una frecuencia  $f_p$ .

**FOUT2.** Patilla salida de pulsos con frecuencia  $f_p/290$ .

**CVON CVOP:** Conexiones del condensador para el lazo de salida del conversor A/D.

**CVIN CVIP, CIIP y CIIN.** Conexión del condensador para el lazo de entrada del conversor A/D.

**VREF.** Ajuste de la tensión de referencia que permite a su vez un ajuste fino de la frecuencia de salida al valor deseado en el calibrado.

**NC:** Pin no conectado.

### 3.3.1 Descripción Funcional del Cálculo de Potencia.

Veamos el esquema de la figura 3.14 es una aplicación del integrado SAMES SA9102C en la que se utiliza un transformador de intensidad para testear la corriente.

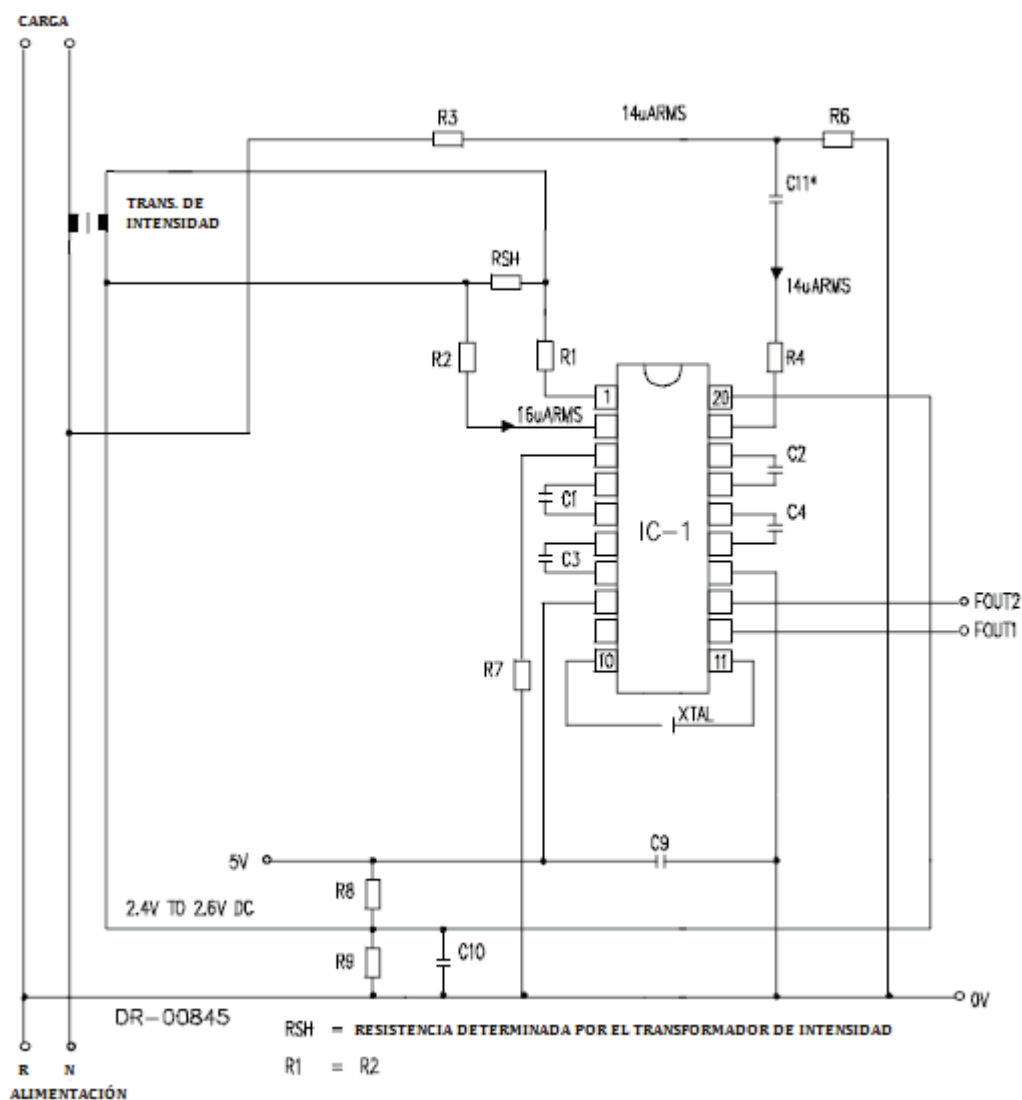


Figura 3.14. Esquema eléctrico aplicación del integrado de Sames.

En esta aplicación el voltaje principal de la fase R es convertido en corriente y aplicado en la entrada del **IVP**.

El nivel de corriente en los sensores de voltaje esta obtenido de la línea principal siendo reducido por medio de unos divisores de tensión hasta alcanzar los 14V en la entrada del sensor en el circuito integrado. Obteniendo así una entrada de corriente en el conversor A/D de 14μA por medio de R<sub>4</sub>.



En la entrada del sensor de corriente de la caída de tensión en la resistencia de carga del transformador de intensidad va a ser convertida en una corriente de  $16\mu\text{A}$  para casos de máxima medida de trazo, en nuestro caso la fase R ( $R_1$  y  $R_2$ ). Esta señal proporciona información de la corriente y va a ser aplicada a la entrada correspondiente en el sensor del integrado IIN, IIP.

### **3.3.2 Cálculo de los Componentes Externos del Circuito de Medida.**

Más adelante mostramos el esquema *Figura 3.15* de nuestro contador de consumo eléctrico, los componentes requeridos para la medida de potencias son los que mostramos, sus cálculos están mucho más detallados debajo del mismo.

Como ya sabemos el sensor de corriente va a ser el transformador de intensidad, que hay que reseñar que su intensidad de primario  **$I_p=100\text{A}$** , la cual y según las especificaciones requeridas para nuestro contador de consumo eléctrico será alcanzable en caso de una instalación de máxima potencia con  **$23\text{kW}$** .

El primer paso es obtener la corriente de la red de forma atenuada debido a que el integrado **SA9102C** no puede soportar corrientes elevadas. Esto lo realizamos mediante el transformador de corriente **SIRIO TA /151100**, que adapta niveles de corriente por el primario elevados a niveles de corrientes bajos por el secundario proporcionando una intensidad máxima en el circuito de medida de  **$I_s=0.2\text{A}$** . Este transformador separa el circuito de potencia del resto de componentes.

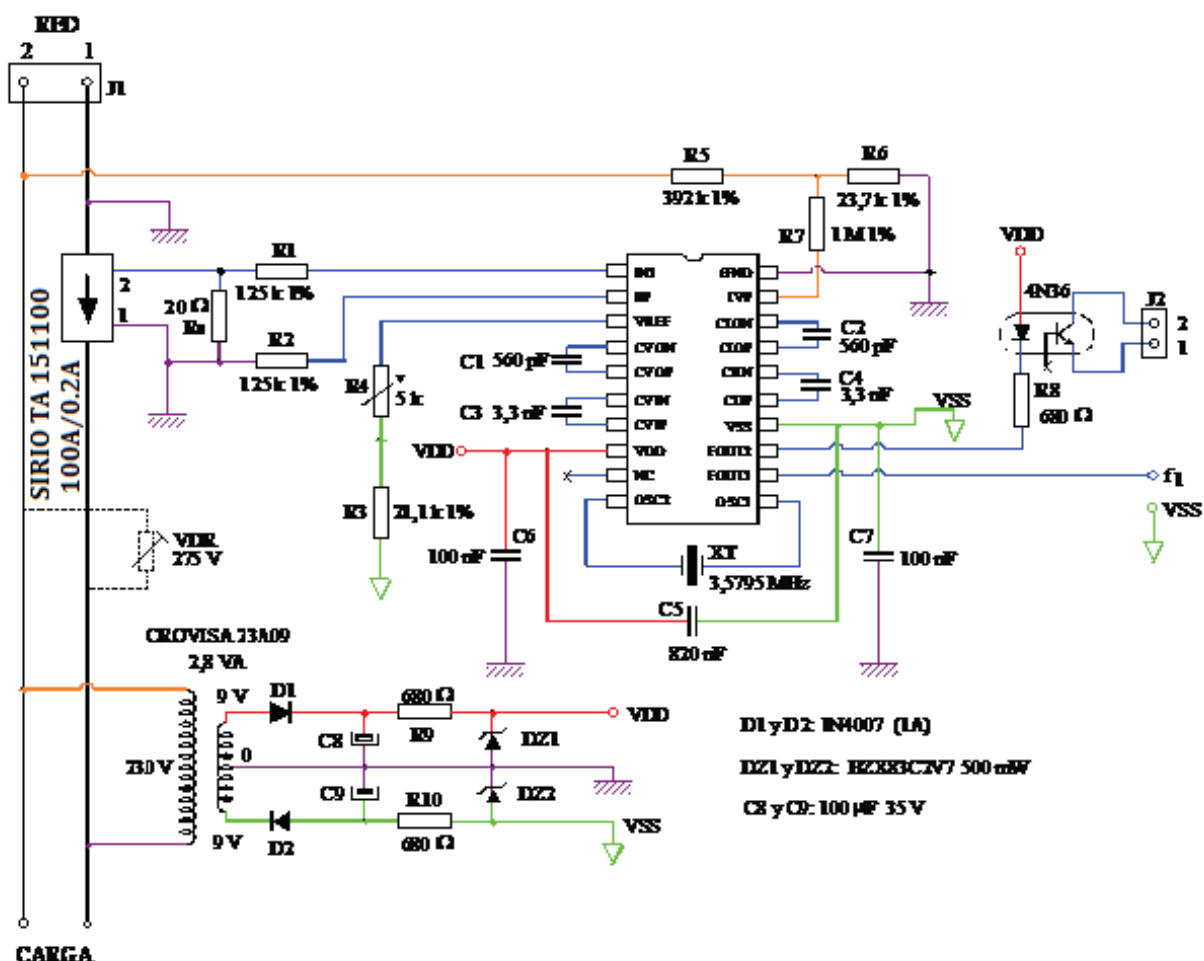


Figura 3.15. Esquema General del Circuito de Medida.

Los componentes externos más importantes y sus valores para el circuito integrado **SA9102C** son los siguientes:

#### CONDENSADORES.

- **C<sub>1</sub>** y **C<sub>2</sub>** son los condensadores del lazo de salida de los convertidores A/D de muestreo. El valor típico obtenido de las características técnicas del fabricante es de **560pF**.

Los valores que vienen a continuación determinan la señal para ruido y rendimiento de la estabilidad, las tolerancias de todos los componentes deberán estar dentro de un  $\pm 10\%$ .

- **C<sub>3</sub>** y **C<sub>4</sub>** son los condensadores del lazo de entrada para el convertidor A/D de muestreo del integrado. El valor típico es de **3,3nF**. Valores más pequeños de **0,5nF** y mayores de **5nF** deben ser evitados.

### *RESISTENCIAS.*

Para optimizar la medida y provocar el error mínimo, las resistencias usadas serán todas de precisión, con una tolerancia no mayor del 1%.

El sensor de corriente esta conectado a los pines correspondientes de entrada del integrado por medio de las resistencias limitadoras de corriente –  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_s$ – que ahora vamos a calcular sus valores.

Los valores deberán ser seleccionados para una corriente de entrada al integrado SAMES de  $16\mu A$  en el caso de máxima potencia.

#### Fase $R_s$ .

El valor de la  $R_s$  (resistencia del T.I) esta obtenido de las características de carga que el fabricante del trafo nos da para secundario, de tal manera que este sea capaz de proporcionar las corrientes características y específicas del trafo (0,2A), de manera que pueda caer en ella la tensión que especifica de 4V. Su valor máximo es de  $20\Omega$ , por lo que buscando en el catalogo de la serie comercial de resistencias, escogí ese mismo valor.

$$R_s = 20\Omega$$

*Valores de  $R_s$  menores a  $200\mu\Omega$  se deben descartar.*

A partir del valor de  $R_s$  podemos obtener los valores de  $R_1$  y  $R_2$  mediante la fórmula que nos proporciona el fabricante en la hoja de características técnicas.

$$R_1 = R_2 = \frac{I_L * R_s}{16\mu A * 2}$$

Donde:

$I_L$  = Corriente del secundario del trafo de intensidad.

$R_s$  = Resistencia determinada por el trafo de intensidad.

$$R_1 = R_2 = \frac{0.2A * 20\Omega}{16\mu A * 2}$$

Al final obtenemos el valor de las resistencias  $R_1$  y  $R_2$ .

$$R_1 = R_2 = 125k \Omega$$

$R_3$ ,  $R_6$  y  $R_4$  van a ser las resistencias que fijan el valor de la corriente de la entrada del sensor de voltaje. Estos valores de resistencias deberán ser elegidos para que la corriente de entrada en el pin sensor de tensión sea fijada a  $14\mu A$  para una tensión de fase nominal, esto es de funcionamiento.

$R_7$  define todas las vías y las corrientes de referencia. Con  $R_7 = 24k\Omega$ , establecido para condiciones óptimas.  $R_7$  podrá variar con un margen del  $\pm 10\%$  para proposiciones de calibramiento. Cualquier cambio sobre  $R_7$  afectará cuadráticamente a la frecuencia de salida (i.e.:  $R_7 = +5\%$ ,  $f_p = +10\%$ ).

La fórmula para calcular la frecuencia de salida ( $f$ ) es la siguiente:

$$f = 11.16 * FOUTX * \frac{FOSC}{3.58MHz} * \frac{I_I \cdot I_V}{I_R^2}$$

Donde

**FOUTX** = Frecuencia nominal del pulso (4Hz o 1160Hz)

**FOSC** = Frecuencia del oscilador (2MHz - 4MHz)

$I_I$  = Corriente de entrada para corriente de entrada ( $16\mu A$ )

$I_V$  = Corriente de entrada para voltaje de entrada ( $14\mu A$ )

$I_R$  = Corriente de referencia (normalmente  $50\mu A$ )

### 3.3.3 Potencia. Energía. Quantum de Energía $-E_0-$ . Cálculo de $R_{ADJ}$ .

Potencia eléctrica es la energía eléctrica generada, transferida o usada en la unidad de tiempo. Generalmente es expresada en W (vatios).

Energía es el producto de la potencia eléctrica [W] por el tiempo. Usualmente, la medida se indica en vatios-hora [W-h]. Es decir la cantidad de trabajo que un sistema es capaz de producir en un determinado tiempo.

La potencia puede ser medida en cualquier instante de tiempo, mientras que la energía debe ser medida durante un cierto intervalo de tiempo, por ejemplo un segundo, hora, etc.

### Ajuste de la constante de energía

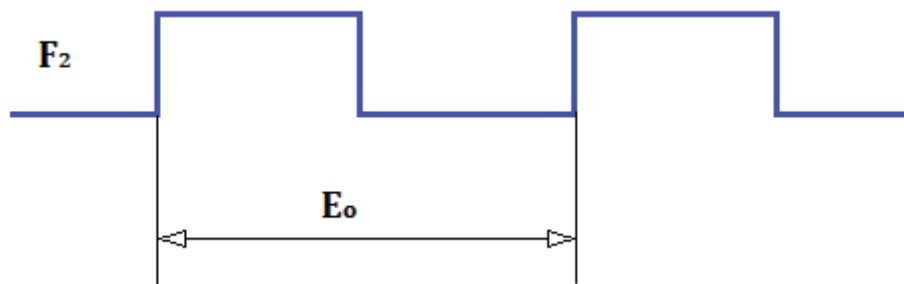
Fijamos  $E_o Wh$  por pulso, que le llamaremos Quantum de energía:

$F_1$ = Salida de frecuencia elevada en el circuito SAMES

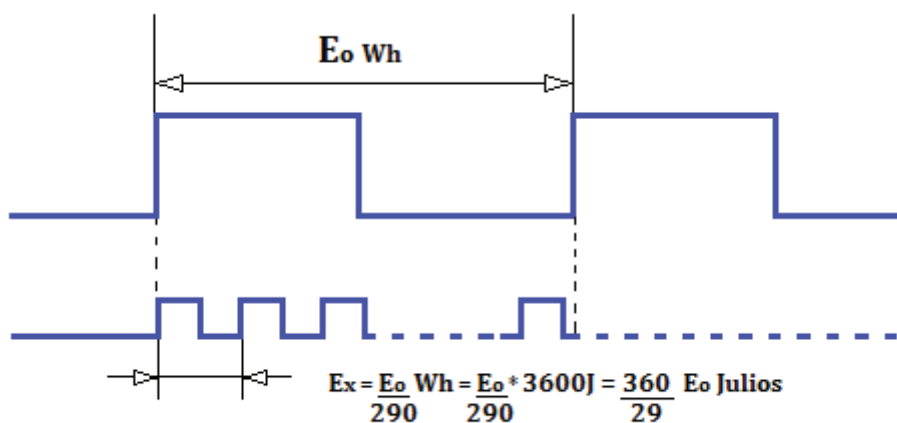
$F_2$ = Salida de frecuencia baja en el circuito SAMES

$$F_2 = \frac{F_1}{290}$$

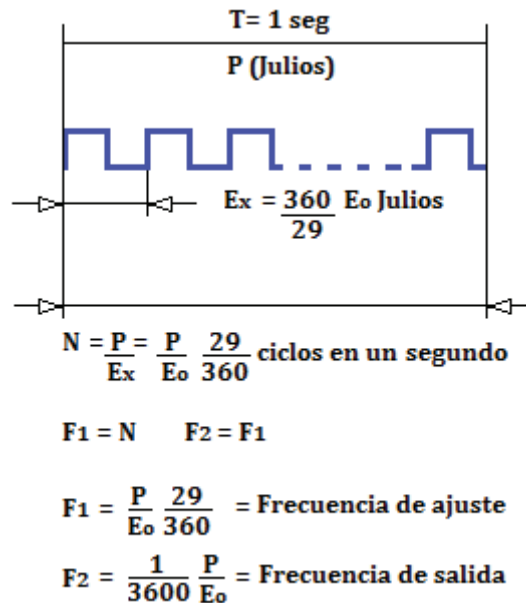
A la salida del optoacoplador queremos el Quantum de energía  $E_o$  (en  $F_2$ )



A la salida de los terminales de ajuste (Frecuencia elevada  $F_1$ ) su frecuencia será 290 veces superior a  $F_2$ , es decir su periodo 290 veces menor.



Para una potencia  $P$ , la frecuencia en los terminales de ajuste será:



Fijamos el Quantum de energía:

$$E_o = 2 \text{ Wh}$$

Como nuestra  $P = 23 \text{ KW}$ ;

$$F_1 = \frac{23000 \text{ W} \cdot 29}{2 \text{ Wh} \cdot 360} = 926.38 \text{ Hz}$$

$$F_2 = \frac{1 \cdot 23000 \text{ W}}{3600 \cdot 2 \text{ Wh}} = 3.19 \text{ Hz}$$

Hemos elegido  $E_o = 2 \text{ Wh}$  ya que es un Quantum de energía práctico para el cálculo de la energía consumida porque no tiene decimales.

Después de conocer estos valores de frecuencia y potencia calculamos la  $I_{Radj}$ .

Sabemos que la fórmula para calcular la Salida de Frecuencia " $f_p$ " es la siguiente:

$$f_p = 1116 - F_{outx} - \frac{F_{osc}}{3.58 \text{ Mhz}} - \frac{(I_I - I_F)}{I_{Radj}^2}$$

De donde para un  $f = 1147 \text{ Hz}$  y  $E_o = 0,425$  tenemos una Intensidad por la Radj  $I_{\text{Radj}}$  de:

$$I_{\text{Radj}} = \sqrt{\frac{16 \mu\text{A} \cdot 14 \mu\text{A} \cdot 1160 \text{ Hz} \cdot 11,16}{926,38}} = 55,94 \mu\text{A}$$

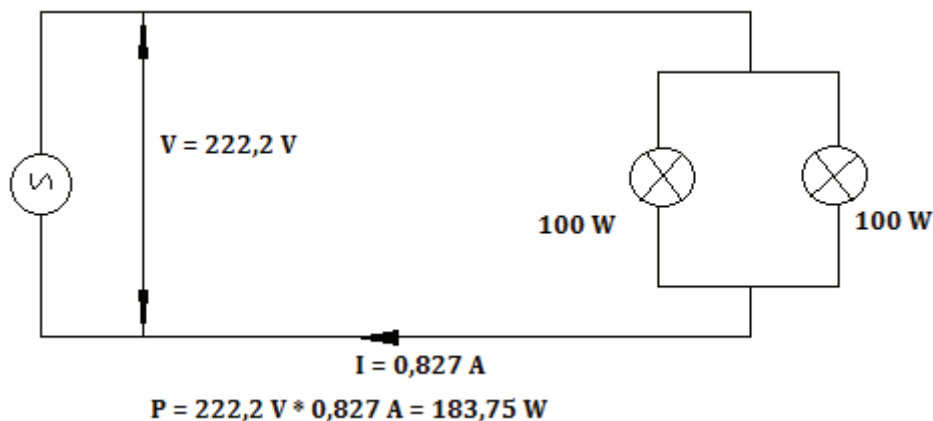
Por lo que obtenemos una  $V_{\text{REF}} = 55,94 \mu\text{A} \cdot 24 \text{ K}\Omega = 1,34 \text{ V}$

$R_{\text{adj}} = V_{\text{REF}} / I_{\text{Radj}} = 1,34 \text{ V} / 55,94 \mu\text{A} = 23,95 \text{ K}\Omega \approx 24 \text{ K}$  en condiciones de máxima potencia y linealidad optima. Como  $R_{\text{adj}}$  puede ser variada dentro de unos márgenes del  $\pm 5\%$  para su calibrado y ajuste. Cualquier variación dentro de estos límites que afecte a la  $R_{\text{adj}}$  se traduce en la salida de forma cuadrática, si  $\Delta R_{\text{adj}} = 5\% \rightarrow \Delta f_p = 10\%$ . Así pues y para la resistencia optima de funcionamiento que es  $24 \text{ K}\Omega$ .

### 3.3.4 Ajuste de la Frecuencia de Salida en el Laboratorio.

Colocamos una carga de 2 bombillas de  $100 \text{ W}$ , con un estabilizador de tensión de red. Para simular una carga de  $1000 \text{ W}$  pasamos cinco vueltas del cable de corriente por el transformador de intensidad.

Las medidas efectuadas son las siguientes:



Como el ensayo se ha realizado dando 5 vueltas a l cable en el transformador de intensidad, la corriente equivalente será 5 veces superior:

$$I_T = 5 * I = 5 * 0,827 \text{ A} = 4,135 \text{ A}$$

$$P_T = V * I_T = 222,2 \text{ V} * 4,135 \text{ A} = 918,797 \text{ W}$$

El ajuste que habíamos fijado era para  $P = 23 \text{ KW}$  con  $F_1 = 926.38 \text{ Hz}$  por lo tanto para la potencia medida será:  $P = 918.79 \text{ W}$  con  $F_1 = 164.47 \text{ Hz}$  (lo obtenemos mediante una regla de tres).

#### Valores extremos de frecuencia

Realizando un ensayo con el montaje anterior obtenemos los siguientes valores:

$$\begin{array}{|l} V = 223 \text{ V} \\ I = 0,829 \text{ A} \end{array} \Rightarrow P_T = 5 * VI = 924,335 \text{ W}$$

Ajustando el potenciómetro de frecuencia, se obtienen las frecuencias extremas para dicha potencia:

$$P = 924,335 \text{ W} \Rightarrow \begin{array}{l} F_{1 \text{ max}} = 196 \text{ Hz} \\ F_{1 \text{ min}} = 125 \text{ Hz} \end{array}$$

Nuestra  $F_1 = 164.47 \text{ Hz}$  y su valor queda comprendido dentro del rango de frecuencias; por lo tanto es aceptable una  $P = 918.79 \text{ W}$  con  $E_o = 2 \text{ Wh}$ .

La elección de  $E_o = 2 \text{ Wh}$  es más que nada por conveniencia y exactitud a la hora de realizar los cálculos en el programa. Es más fácil un valor del Quantum sin decimales para trabajar con él.

Para posteriores operaciones y por la necesidad de facilitar los cálculos en el programa "MyOpenLab" que calcula la potencia consumida, vamos a usar este "Quantum"  $E_o = 2 \text{ Wh}$ .

#### 3.3.5 Salida Pulsos FOUT1 del Optoacoplador. Entrada Tarjeta Velleman.

Para tener una configuración optima y para tener una respuesta mucho más rápida en el conteo de los pulsos de entrada al mismo, estos pulsos los contaremos en el flanco descendente ya que se ha observado que son mucho más limpios, además de que su derivada es mucho mayor, beneficiándonos en la rapidez de la captación de información que entrará a la tarjeta Velleman K8055 por medio del optoacoplador.

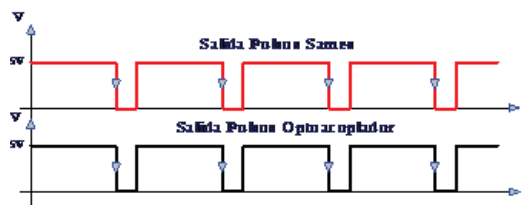


Figura 3.16. Salida y Entrada Pulsos.



### 3.4 TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

La tarjeta interface K8055 está equipada de 5 canales de entradas digitales y de 8 canales de salida digitales. Además, está provista de 2 entradas analógicas, de 2 salidas de tensión analógicas y 2 salidas PWM (Pulse Width Modulation) con una resolución de 8 bits. Es posible aumentar el número de entradas y de salidas conectando más tarjetas (Máximo 4) a los conectores USB del ordenador. Cada tarjeta tiene su propio número de identificación que se determina con 2 cables de puente, SK5 y SK6.

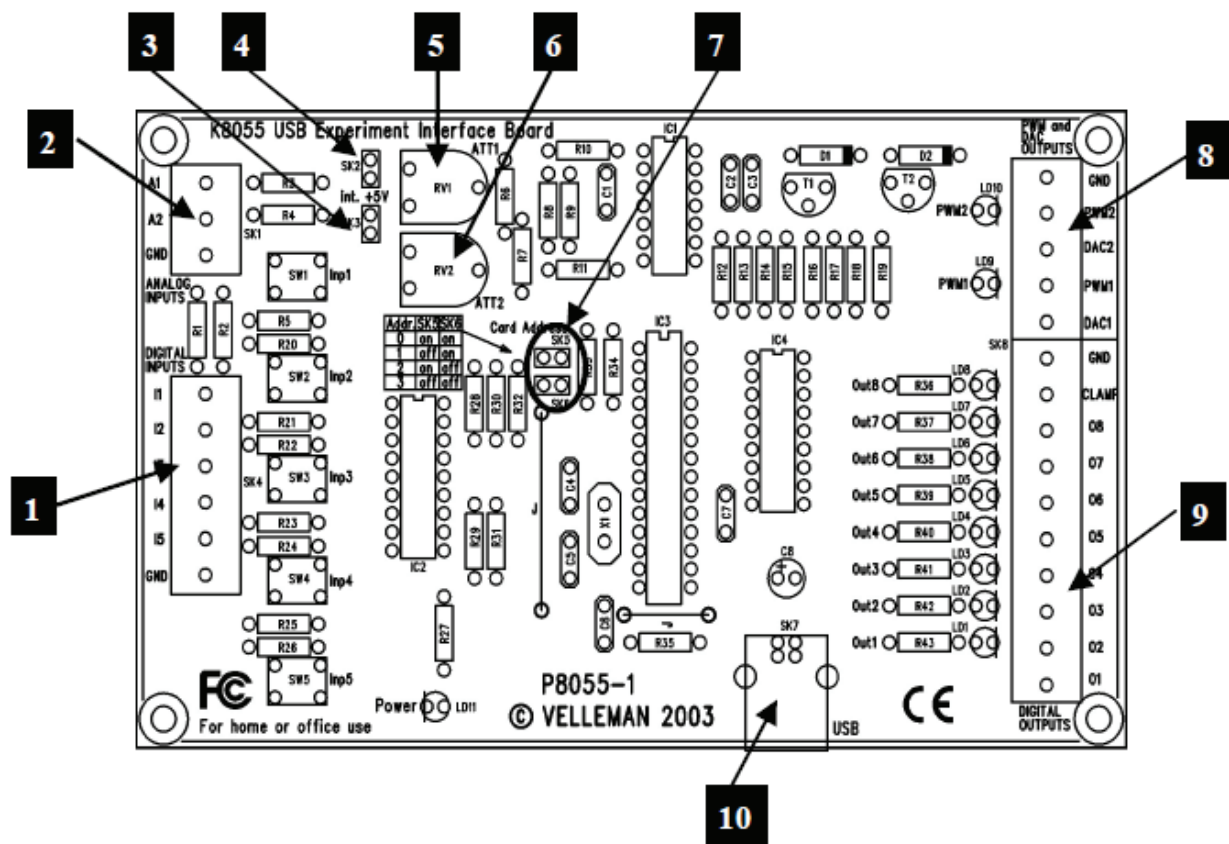


Figura 3.17. Tarjeta Velleman K8055.



- 1** 5 entradas numéricas (p.ej. pulsadores, contactos relé, interruptores, ...). Normalmente, la entrada está "alta" (1), la conexión con GND (tierra) hace la entrada "baja" (0)
- 2** Entradas analógicas (p.ej. sensor de temperatura, potenciómetro, ...)
- 3** ISI ha montado el cable de puente, es posible simular la tensión analógica interna con RV2/RV1. Si no ha
- 4** montado el cable de puente, use la tensión analógica externa A2/A1.
- 5** Ajuste de la tensión analógica interna como simulación de la entrada analógica A1.
- 6** Ajuste de la tensión analógica interna como simulación de la entrada analógica A2.
- 7** Selección de dirección, abierta = 1, cerrada = 0
- 8** Salidas analógicas
- 9** Salidas numéricas
- 10** Conexión USB hacia el ordenador

A continuación se muestra el diagrama esquemático de la Tarjeta Velleman K8055 USB donde se puede ver todas las conexiones de sus componentes en el circuito integrado.

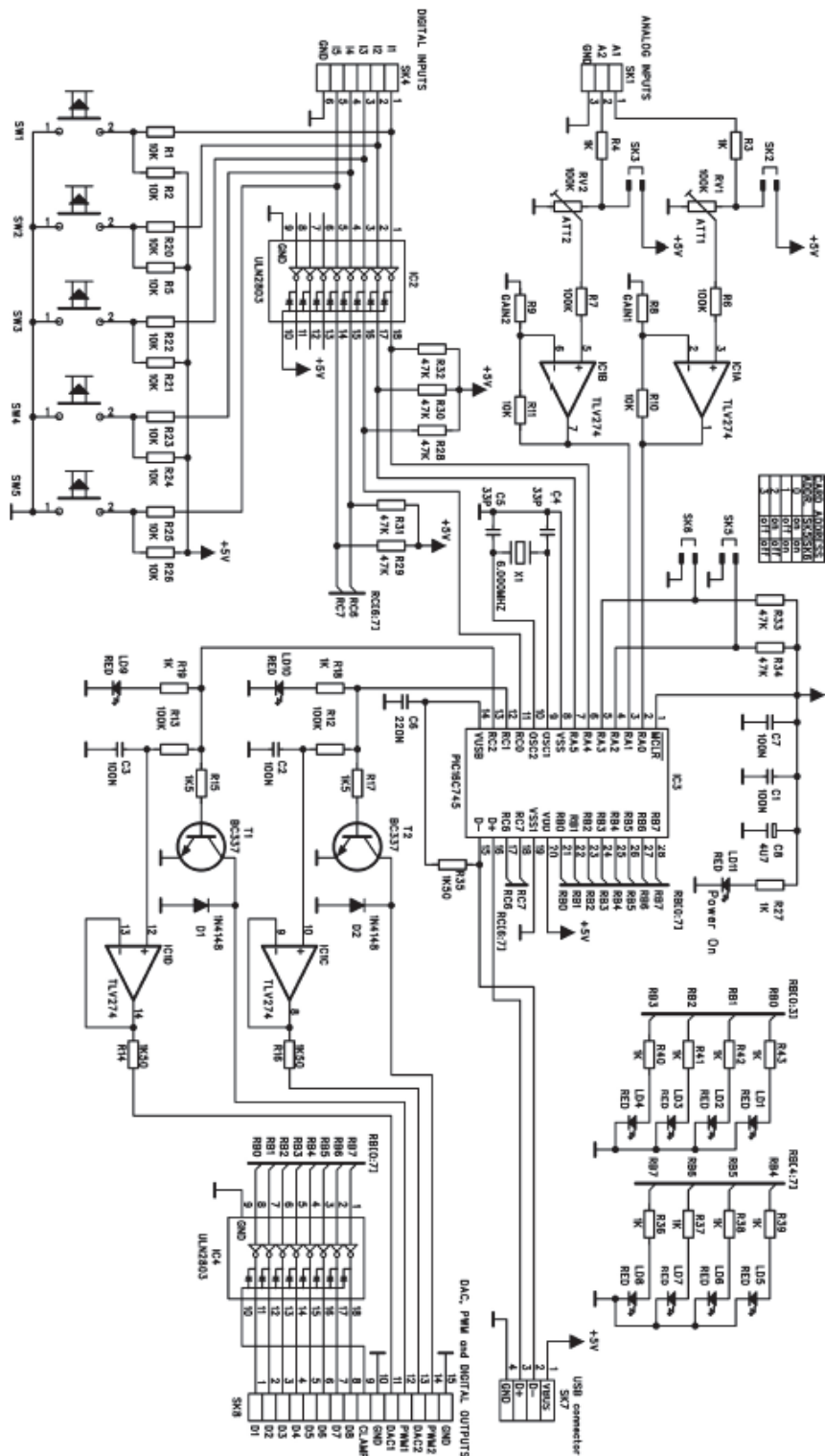


Figura 3.18. Diagrama Esquemático Tarjeta Velleman K8055.



### **3.4.1 Introducción a la DLL para la tarjeta interface USB K8055.**

Todas las rutinas de comunicación están agrupadas en una DLL (Dynamic Link Library – Biblioteca de enlaces dinámicos) K8055.DLL.

Este documento describe todas las funciones y procedimientos de DLL que están disponibles vía su programa de aplicación. Llamando las funciones y los procedimientos de la DLL, puede escribir su propias aplicaciones en Windows (98SE, 2000, Me, XP), Delphi, Visual Basic, C++ Builder o cualquier otra herramienta de desarrollo con 32 bits que soporta llamadas a una DLL.

A continuación, está el resumen completo de los procedimientos y funciones exportado por la K8055.DLL.

SK5	SK6	DIRECCIÓN DE LA TARJETA
ON	ON	0
OFF	ON	1
ON	OFF	2
OFF	OFF	3

*Figura 3.19. Ajustes de los cables de puente SK5, SK6.*

### 3.4.2 Resumen de los procedimientos y funciones de la K8055.DLL.

#### Procedimientos generales

`OpenDevice(CardAddress)`  
`CloseDevice`

*Abre el enlace de comunicación con K8055*  
*Cierra el enlace con K8055*

#### Procedimientos de conversión analógicos-digitales

`ReadAnalogChannel(ChannelNo)`  
`ReadAllAnalog(Data1, Data2)`

*Lee el estado de un canal de entrada analógico*  
*Lee el estado de dos canales de entrada analógicos*

#### Procedimientos de conversión digitales-analógicos

`OutputAnalogChannel(Channel, Data)`  
`OutputAllAnalog(Data1, Data2)`

*Ajusta el canal de salida analógico según los datos*  
*Ajusta los dos canales de salida analógicos según los datos*

`ClearAnalogChannel(Channel)`  
`ClearAllAnalog`

*Coloca el canal de salida analógico en el mínimo*  
*Coloca todos los canales de salida analógicos en el mínimo*

`SetAnalogChannel(Channel)`  
`SetAllAnalog`

*Coloca el canal de salida analógico en el máximo*  
*Coloca todos los canales de salida analógicos en el máximo*

#### Procedimientos de las salidas digitales

`WriteAllDigital(Data)`  
`ClearDigitalChannel(Channel)`  
`ClearAllDigital`  
`SetDigitalChannel(Channel)`  
`SetAllDigital`

*Ajusta las salidas digitales según los datos*  
*Borra el canal de salida digital*  
*Borra todos los canales de salida digitales*  
*Ajusta el canal de salida*  
*Ajusta todos los canales de salida*

#### Funciones y procedimientos de las entradas digitales

`ReadDigitalChannel(Channel)`  
`ReadAllDigital(Buffer)`

*Lee el estado del canal de entrada*  
*Lee el estado de todos los canales de entrada*

#### Procedimientos y funciones de los contadores

`ResetCounter(CounterNr)`

*Reinicialice el contador de impulsos 16 bit número 1 o 2*

`ReadCounter(CounterNr)`

*Lee el contenido del contador de impulsos número 1 o 2*

`SetCounterDebounceTime(CounterNr, DebounceTime)`

*Ajusta el tiempo de eliminación de rebote (debounce time) según el contador de impulsos*





## OpenDevice

### Sintaxis

```
FUNCTION OpenDevice(CardAddress: Longint): Longint;
```

### Parámetro

CardAddress: Valor entre 0 y 3, correspondiendo al ajuste del cable de puente (SK5, SK6) en la K8055. Véase tabla 1.

### Resultado

Longint: Si ha logrado, el valor de recaída será la dirección de tarjeta del software de K8055. Un valor de recaída de -1 indica que no se ha encontrada la tarjeta K8055.

### Descripción

Abre el enlace de comunicación con la tarjeta K8055. Cargue los driver necesarios para poder comunicar vía el puerto USB. Ejecute este procedimiento antes de intentar comunicar con la tarjeta K8055.

También, es posible usar esta función para escribir en la tarjeta K8055 activa y leerla. Todas las rutinas de comunicación que llegan después de esta función, se dirigen a esta tarjeta hasta que se seleccione otra tarjeta con esta función.

### Ejemplo

```
var h: longint;  
BEGIN  
    h:=OpenDevice(0); // Opens the link to card number 0  
END;
```

## CloseDevice

### Sintaxis

```
PROCEDURE CloseDevice;
```

### Descripción

Carga las rutinas de comunicación para la tarjeta K8055 y el driver que necesita para comunicar por el puerto USB. Es la última acción del programa de aplicación antes de que se cierre.

### Ejemplo

```
BEGIN  
    CloseDevice; // The communication to the K8055 device is closed  
END;
```

## ReadAnalogChannel

### Sintaxis

```
FUNCTION ReadAnalogChannel (Channel: Longint): Longint;
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 2, correspondiendo al canal AD cuyo estado debe ser leído.

### Resultado

Longint: Se leen los datos correspondientes del convertidor digital-analógico.

### Descripción

La tensión de entrada del canal de convertidor analógico-digital 8 bit seleccionado se convierte en un valor entre 0 y 255.

### Ejemplo

```
var data: longint;  
BEGIN  
    data := ReadAnalogChannel(1);  
    // AD channel 1 is read to variable 'data'  
END;
```

## ReadAllAnalog

### Sintaxis

```
PROCEDURE ReadAllAnalog (var Data1, Data2: Longint);
```

### Parámetro

Data1, Data2: Se refiere a los enteros largos donde se leerá los datos.

### Descripción

Se lee el estado de los dos convertidores analógicos-digitales en una serie de enteros largos.

### Ejemplo

```
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);  
var Data1, Data2: Longint;  
begin  
    ReadAllAnalog(Data1, Data2); // Read the data from the K8055  
    Label1.caption:=inttostr(Data1); // Display CH1 data  
    Label2.caption:=inttostr(Data2); // Display CH2 data  
end;
```

## OutputAnalogChannel

### Sintaxis

```
PROCEDURE OutputAnalogChannel (Channel: Longint; Data: Longint);
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 2, correspondiendo al número de canal DA 8 bits cuyos datos se deben determinar.

Data: Valor entre 0 en 255 que se debe enviar al convertidor digital-analógico 8 bit.

### Descripción

El canal del convertidor digital-analógico 8 bit indicado se modifica según los nuevos datos. Esto significa que los datos corresponden a una tensión específica. El valor 0 corresponde a la tensión de salida mín. (0 Volt) y el valor 255 corresponde a la tensión de salida máx. (+5V). Es posible traducir un valor de dato entre estos extremos con la siguiente fórmula:  $\text{Dato} / 255 \times 5V$ .

### Ejemplo

```
BEGIN  
    OutputAnalogChannel (1,127);  
    // DA channel 1 is set to 2.5V  
END;
```

## OutputAllAnalog

### Sintaxis

```
PROCEDURE OutputAllAnalog (Data1: Longint; Data2: Longint);
```

### Parámetros

Data1, Data2: Valor entre 0 y 255 que debe ser enviado al convertidor digital-analógico 8 bit.

### Descripción

Se han modificado los dos canales del convertidor digital-analógico 8 bit según los nuevos datos. Esto significa que los datos corresponden a una tensión específica. El valor 0 corresponde a la tensión de salida mín. (0 Volt) y el valor 255 corresponde a la tensión de salida máx. (+5V). Es posible traducir un valor de dato entre estos extremos con la siguiente fórmula:  $\text{Dato} / 255 \times 5V$ .

### Ejemplo

```
BEGIN  
    OutputAllAnalog(127, 255);  
    // DA channel 1 is set to 2.5V and channel 2 is set to 5V  
END;
```

## ClearAnalogChannel

### Sintaxis

```
PROCEDURE ClearAnalogChannel(Channel: Longint);
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 2, correspondiendo al número del canal NA 8 bit cuyos datos se deben borrar.

### Descripción

Se coloca el canal NA seleccionado en la tensión de salida mín. (0 Volt).

### Ejemplo

```
BEGIN  
    ClearAnalogChannel (1); // DA channel 1 is set to 0V  
END;
```

## ClearAllAnalog

### Sintaxis

```
PROCEDURE ClearAllAnalog;
```

### Descripción

Se colocan los dos canales NA en la tensión de salida mín. (0 Volt).

### Ejemplo

```
BEGIN  
    ClearAllAnalog; // All DA channels 1 and 2 are set to 0V  
END;
```

## SetAnalogChannel

### Sintaxis

```
PROCEDURE SetAnalogChannel(Channel: Longint);
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 2, correspondiendo al número de canal NA 8 bit cuyos datos se deben ajustar al máximo.

### Descripción

Se coloca el canal del convertidor NA 8 bit seleccionado en la tensión de salida máx.

### Ejemplo 15

```
BEGIN  
    SetAnalogChannel(1); // DA channel 1 is set to +5V  
END;
```

## SetAllAnalog

### Sintaxis

```
PROCEDURE SetAllAnalog;
```

### Descripción

Se colocan todos los canales de convertidores NA 8 bit en la tensión de salida máx.

### Ejemplo

```
BEGIN  
    SetAllAnalog; // DA channels 1 and 2 are set to +5V  
END;
```



## WriteAllDigital

### Sintaxis

```
PROCEDURE WriteAllDigital(Data: Longint);
```

### Parámetro

Data: Valor entre 0 y 255 que se envía al puerto de salida (8 canales).

### Descripción

Se actualizan los canales del puerto de salida digital con el estado de los bits correspondientes en el parámetro de los datos. Un nivel elevado (1) significa que se ha ajustado la salida del microcontrolador IC1, y un nivel bajo (0) significa que se ha borrado la salida.

### Ejemplo

```
BEGIN
  WriteAllDigital(7);
  // Output channels 1...3 are on, output channels 4...8 are off
END;
```

## ClearDigitalChannel

### Sintaxis

```
PROCEDURE ClearDigitalChannel(Channel: Longint);
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 8, correspondiendo al canal de salida que se debe borrar.

### Descripción

Se ha borrado el canal seleccionado.

### Ejemplo

```
BEGIN
  ClearIOchannel(4); // Digital output channel 4 is OFF
END;
```

## ClearAllDigital

### Sintaxis

```
PROCEDURE ClearAllDigital;
```

### Resultado

Se han borrado todas las salidas digitales.

### Ejemplo

```
BEGIN
  ClearAllDigital; // All Output channels 1 to 8 are OFF
END;
```

## SetDigitalChannel

### Sintaxis

```
PROCEDURE SetDigitalChannel(Channel: Longint);
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 8, correspondiendo al canal de salida que se debe ajustar.

### Descripción

Se ha ajustado el canal de salida digital seleccionado.

### Ejemplo

```
BEGIN
  SetDigitalChannel(1); // Digital output channel 3 is ON
END;
```

## SetAllDigital

### Sintaxis

```
PROCEDURE SetAllDigital;
```

### Descripción

Se han ajustado todos los canales de salida digitales.

### Ejemplo

```
BEGIN  
    SetAllDigital; // All Output channels are ON  
END;
```

## ReadDigitalChannel

### Sintaxis

```
FUNCTION ReadDigitalChannel(Channel: Longint): Boolean;
```

### Parámetro

Channel: Valor entre 1 y 5, correspondiendo al canal de entrada cuyo estado debe ser leído.

### Resultado

Boolean: TRUE significa que se ha ajustado el canal y FALSE significa que se ha borrado el canal.

### Descripción

Se ha leído el estado del canal de entrada seleccionado.

### Ejemplo

```
var status: boolean;  
BEGIN  
    status := ReadIOchannel(2); // Read Input channel 2  
END;
```

## ReadAllDigital

### Sintaxis

```
FUNCTION ReadAllDigital: Longint;
```

### Resultado

Longint: Los 5 LSB corresponden al estado de los canales de entrada. Una señal elevada (1) significa que el canal es elevada (HIGH), Una señal baja (0) significa que el canal es baja (LOW).

### Descripción

La función devuelve los estados de las entradas digitales.

### Ejemplo

```
var status: longint;  
BEGIN  
    status := ReadAllDigital; // Read the Input channels  
END;
```

## ResetCounter

### Sintaxis

```
PROCEDURE ResetCounter(CounterNumber: Longint);
```

### Parámetro

CounterNumber: Valor 1 o 2, correspondiendo al contador que se debe reinicializar.

### Descripción

Se ha reinicializado el contador de impulsos seleccionado.

### Ejemplo

```
BEGIN  
    ResetCounter(2); // Reset the counter number 2  
END;
```

## ReadCounter

### Sintaxis

```
FUNCTION ReadCounter(CounterNumber: Longint): Longint;
```

### Parámetro

CounterNumber: Valor 1 o 2, correspondiendo al contador que se debe leer.

### Resultado

Longint: El contenido del contador de impulsos 16 bit.

### Descripción

La función devuelve el estado del contador de impulsos 16 bit seleccionado.

El contador número 1 cuenta los impulsos que entran por la entrada I1 y el contador número 2 cuenta los impulsos que entran por la entrada I2.

### Ejemplo

```
var pulses: longint;  
BEGIN  
    pulses := ReadCounter(2); // Read the counter number 2  
END;
```

## SetCounterDebounceTime

### Sintaxis

```
PROCEDURE SetCounterDebounceTime(CounterNr, DebounceTime: Longint);
```

### Parámetro

CounterNumber: Valor 1 o 2, correspondiendo al contador que se debe ajustar.

DebounceTime: tiempo de eliminación de rebote para el contador de impulsos.

El valor DebounceTime corresponde al tiempo de eliminación de rebote en milisegundos (ms) que se debe ajustar para el contador de impulsos. El tiempo de eliminación de rebote puede variar de 0 a 5000.

### Descripción

Las señales de entrada del contador son sometidos a una eliminación de rebote en el software a fin de evitar activaciones incorrectas cuando se usan entradas mecánicas o con relé. El tiempo de eliminación de rebote es el mismo, tanto para flancos descendentes como para flancos ascendentes. El tiempo de eliminación de rebote estándar es de 2ms. Esto significa que la entrada del contador debe quedarse estable durante al mín. 2ms para ser reconocido, lo que limita el número de impulsos por segundo a 200.

Si se coloca el tiempo de eliminación de rebote en 0, es posible un máx. de 2000 impulsos por segundo.

### Ejemplo

```
BEGIN  
    SetCounterDebounceTime(1,100);  
    // The debounce time for counter number 1 is set to 100ms  
END;
```



### 3.4.3 Usar la K8055.DLL en Visual Basic.

En este ejemplo de aplicación se encuentran las explicaciones de los procedimientos y funciones de la K8055.DLL y un ejemplo demostrando cómo usar las dos funciones más importantes *OpenDevice* y *CloseDevice*.

```
Option Explicit
Private Declare Function OpenDevice Lib "k8055d.dll" (ByVal CardAddress As Long) As Long
Private Declare Sub CloseDevice Lib "k8055d.dll" ()
Private Declare Function ReadAnalogChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long) As Long
Private Declare Sub ReadAllAnalog Lib "k8055d.dll" (Data1 As Long, Data2 As Long)
Private Declare Sub OutputAnalogChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long,
ByVal Data As Long)
Private Declare Sub OutputAllAnalog Lib "k8055d.dll" (ByVal Data1 As Long, ByVal
Data2 As Long)
Private Declare Sub ClearAnalogChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long)
Private Declare Sub SetAllAnalog Lib "k8055d.dll" ()
Private Declare Sub ClearAllAnalog Lib "k8055d.dll" ()
Private Declare Sub SetAnalogChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long)
Private Declare Sub WriteAllDigital Lib "k8055d.dll" (ByVal Data As Long)
Private Declare Sub ClearDigitalChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long)
Private Declare Sub ClearAllDigital Lib "k8055d.dll" ()
Private Declare Sub SetDigitalChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long)
Private Declare Sub SetAllDigital Lib "k8055d.dll" ()
Private Declare Function ReadDigitalChannel Lib "k8055d.dll" (ByVal Channel As Long)
As Boolean
Private Declare Function ReadAllDigital Lib "k8055d.dll" () As Long
Private Declare Function ReadCounter Lib "k8055d.dll" (ByVal CounterNr As Long) As Long
Private Declare Sub ResetCounter Lib "k8055d.dll" (ByVal CounterNr As Long)
Private Declare Sub SetCounterDebounceTime Lib "k8055d.dll" (ByVal CounterNr As Long,
ByVal DebounceTime As Long)

Private Sub Connect_Click()
    Dim CardAddress As Long
    Dim h As Long
    CardAddress = 0
    CardAddress = 3 - (Check1(0).Value + Check1(1).Value * 2)
    h = OpenDevice(CardAddress)
    Select Case h
        Case 0, 1, 2, 3
            Label1.Caption = "Card " + Str(h) + " connected"
        Case -1
            Label1.Caption = "Card " + Str(CardAddress) + " not found"
    End Select
End Sub

Private Sub Form_Terminate()
    CloseDevice
End Sub
```

### 3.5 SOFTWARE “MYOPENLAB”.

#### 3.5.1 Descripción Básica del Entorno.

Toda aplicación constará de dos partes bien diferenciadas:

##### Circuito (Panel Circuito)

##### Panel de Visualización (Panel Frontal)

El **Circuito** será el conjunto de funciones y/o operadores que convenientemente enlazados responden a una funcionalidad relacionada con un circuito electrónico o un sistema del tipo que sea. Este conjunto de funciones se edita en el correspondiente panel de edición de circuito, que aparece en la pestaña etiquetada “**Panel Circuito**”.

La parte de **Panel Frontal de Visualización** será el que aparece en la pestaña etiquetada con “**Panel Frontal**” en la que se situaran los objetos de visualización grafica que asociados a las variables del circuito permitirán la visualización de la evolución de la simulación.

En la *Figura 3.20* vemos el aspecto de la pantalla una vez que se inicia la aplicación y se carga un ejemplo. En ella podemos distinguir fácilmente las siguientes partes:

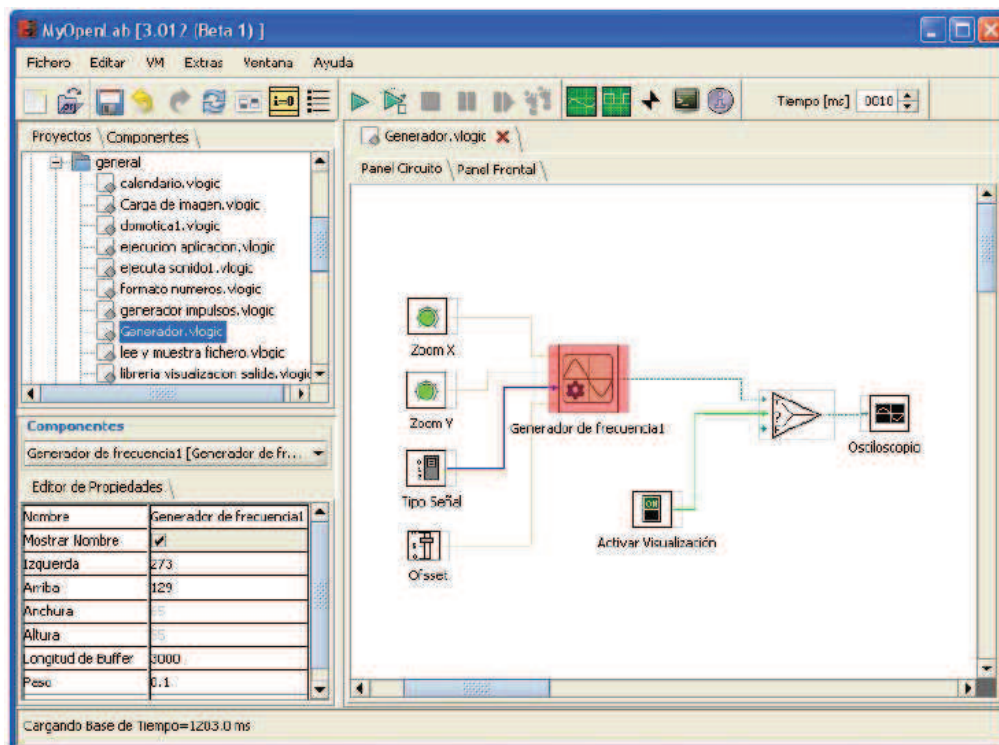


Figura 3.20. Pantalla MyOpenLab

Las partes más importantes en las que se divide la pantalla principal de MyOpenLab son:

**Área de Componentes:** En donde aparecen las librerías del panel activo (Panel Circuito o Panel Frontal). Es posible navegar por las librerías pulsando sobre los iconos que representan las carpetas en donde están los distintos elementos. Figura 3.21



Figura 3.21. Área de Componentes MyOpenLab.

**Área de Propiedades de Componentes:** En esta aparece una ventana con las propiedades del objeto o función que señalemos. Fig.3.22

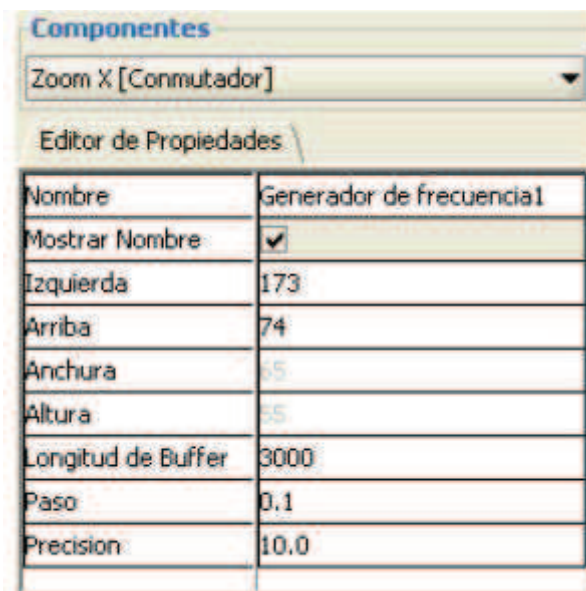


Figura 3.22. Área de Propiedades Componentes MyOpenLab.

**Área de Proyectos.** En donde figura el árbol de carpetas y ficheros de aplicaciones VM. Fig.3.23

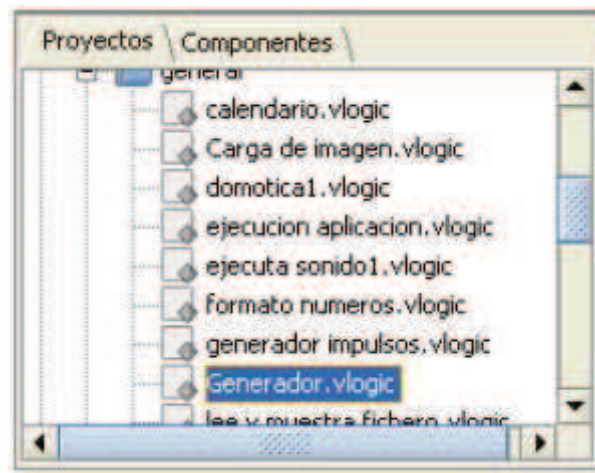


Figura 3.23. Área de Proyectos MyOpenLab.

**Panel Circuito:** Es aquel en el que diseñamos el circuito y realizamos el cableado de todos los componentes uniendo entradas y salidas. Fig. 3.24

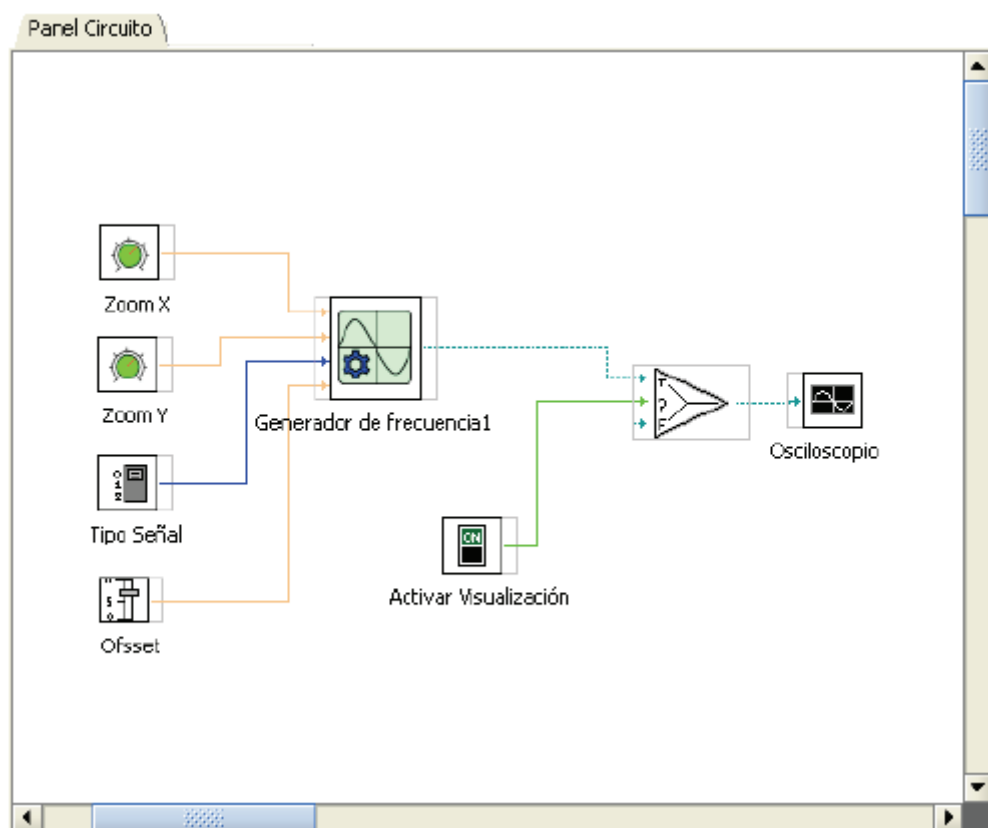


Figura 3.24. Panel Circuito MyOpenLab.



**Panel Frontal:** Es aquel sobre el que se depositan los objetos que van a mostrar los resultados o de los que se recogerán valores en la simulación. Fig. 3.25

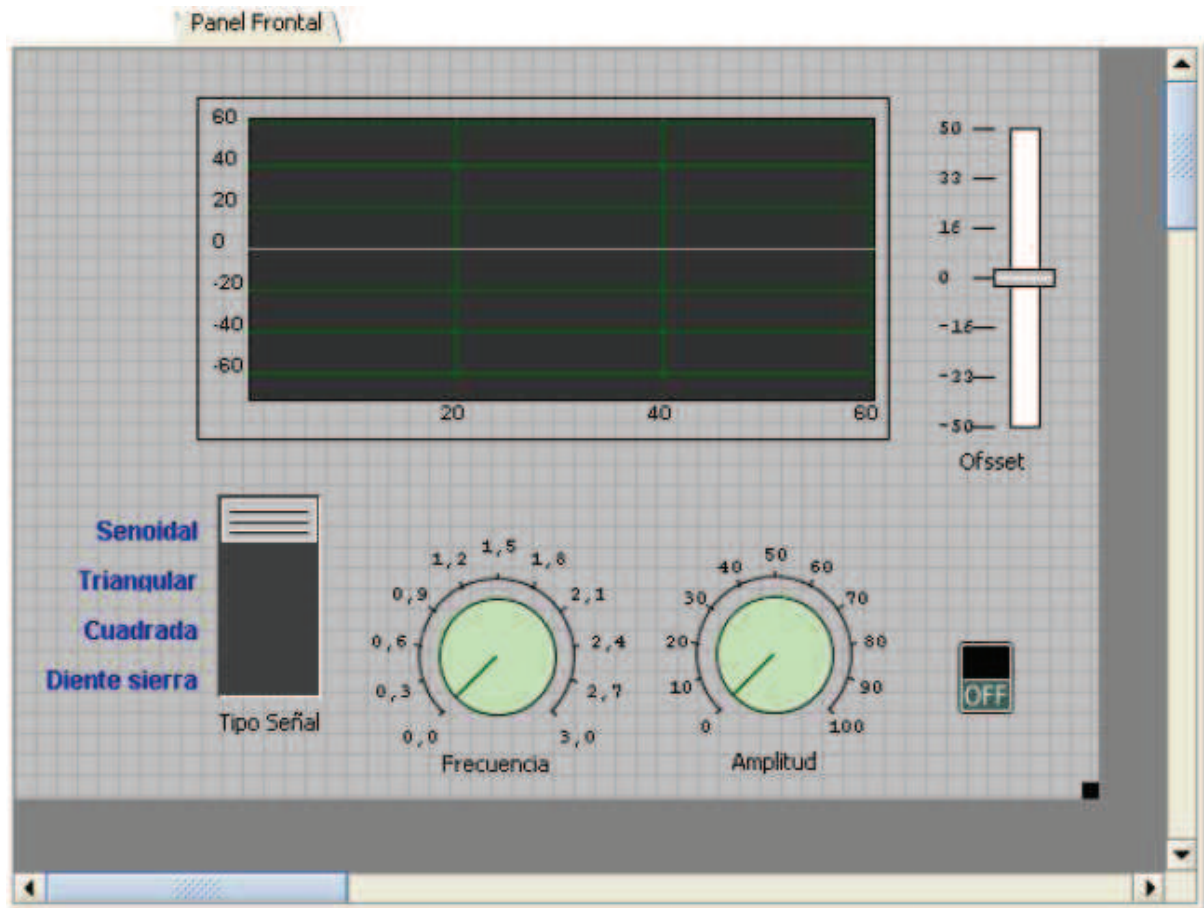


Figura 3.25. Panel Frontal MyOpenLab.

Vemos que algunos elementos se muestran en los dos paneles. Exactamente aquellos que hemos tomado de las librerías de objetos de visualización. Tal es el caso de los potenciómetros “Zoom X” y “Zoom Y” que aparecen en el panel de circuito y en el panel frontal como los controles de “Frecuencia” y “Amplitud”.





















**Barra de Botones:** Esta barra contiene los botones asociados a las funciones más importantes de MyOpenLab. Fig. 3.26



Figura 3.26. Barra de botones MyOpenLab.



---

	Crear nuevo Proyecto: Nuevo Proyecto.
	Abrir un Proyecto ya creado: Abrir Proyecto.
	Guardar el fichero VM actualmente en edición: Grabar VM.
	Deshacer la última acción: Deshacer.
	Restablecer la acción deshecha: Restablecer.
	Actualiza los datos del VM activo: Actualización de VM.
	Permite configurar Opciones: Opciones.
	Permite definir y/o editar variables: Definir Variables.
	Mostrar ventana con información sobre los colores de las líneas de datos: Leyenda colores tipos de datos.
	Iniciar la Simulación: Arranca VM.
	Iniciar la simulación en modo depuración: Arranca VM (Modo debug).
	Terminar la simulación: Terminar VM.
	Detener la simulación: Detener VM.
	Continuar la simulación: Continuar VM.
	Realizar la simulación paso a paso: Paso/paso VM.
	Muestra Ventana grafica numérica.
	Muestra Ventana Grafica Digital.
	Muestra ventana Tabla de Datos.
	Muestra Consola de salida de datos.
	Muestra ventana con información del programa.

### 3.5.2 Panel Circuito.

El Panel Circuito es el área de trabajo en donde se van colocando cada uno de los elementos de las distintas librerías que vamos a utilizar en nuestro proyecto. Figura 3.27.

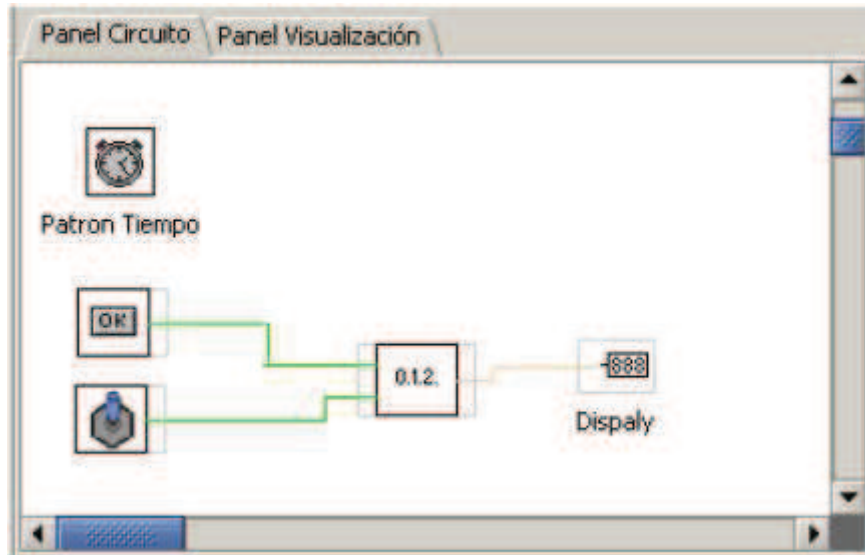


Figura 3.27. Panel Circuito MyOpenLab.

Los componentes una vez situados sobre esta área están en disposición de ser unidos entre sí utilizando el ratón. Basta acerca el puntero del ratón a un terminal de entrada o de salida de un componente para que aparezca una etiqueta que identifica el nombre del terminal y entre paréntesis el tipo de datos que admite (si es una entrada) o que entrega (si es una salida). Figura 3.28

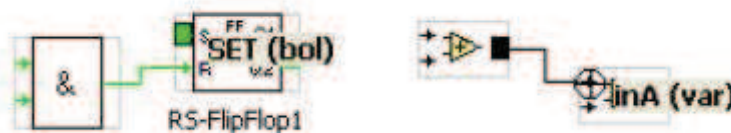


Figura 3.28. Bloque de Componentes MyOpenLab.

Además podemos habilitar la llamada ventana de componente desde el menú desplegable “Ventana”

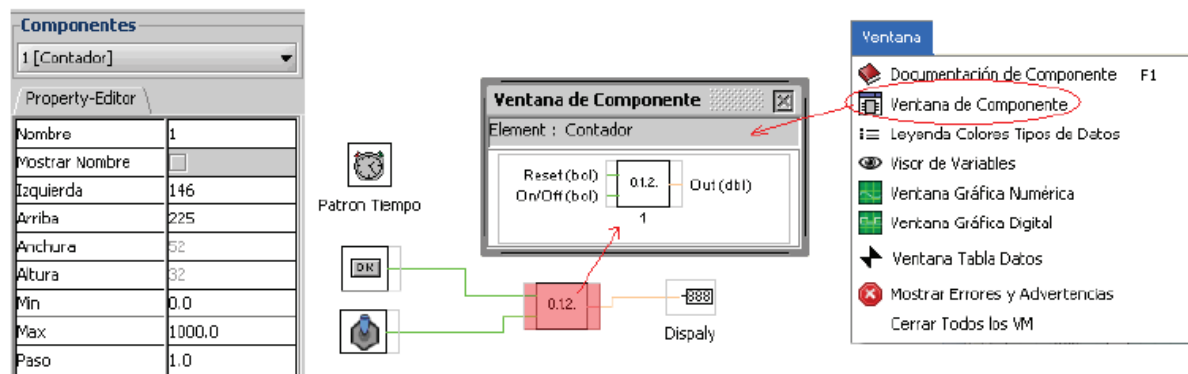


Figura 3.29. Ventana de Componentes MyOpenLab.

## Selección de un componente

Los elementos se seleccionan del área de librerías situada en la parte superior izquierda de la pantalla. A las librerías se accede pulsando sobre las carpetas y una vez localizado el elemento que necesitamos pulsamos con el botón izquierdo y lo seleccionamos, después vamos al área de trabajo del panel y pulsamos otra vez con el botón izquierdo quedando colocado el elemento. Podremos desplazarlo si lo deseamos simplemente manteniendo el botón izquierdo pulsado sobre el y desplazando el ratón.

En la figura 12 vemos el componente Contador junto a su ventana de componente y a su ventana de propiedades.

Obsérvese que este componente solo admite en sus entradas datos de tipo *booleano* y el valor que devuelve es *numérico dbl*.

Es muy importante que nos fijemos en los colores de las líneas de entrada y de salida de los componentes ya que en función de su color y tipo (continuo o punteado) se puede averiguar su naturaleza (ver figura 3.30).

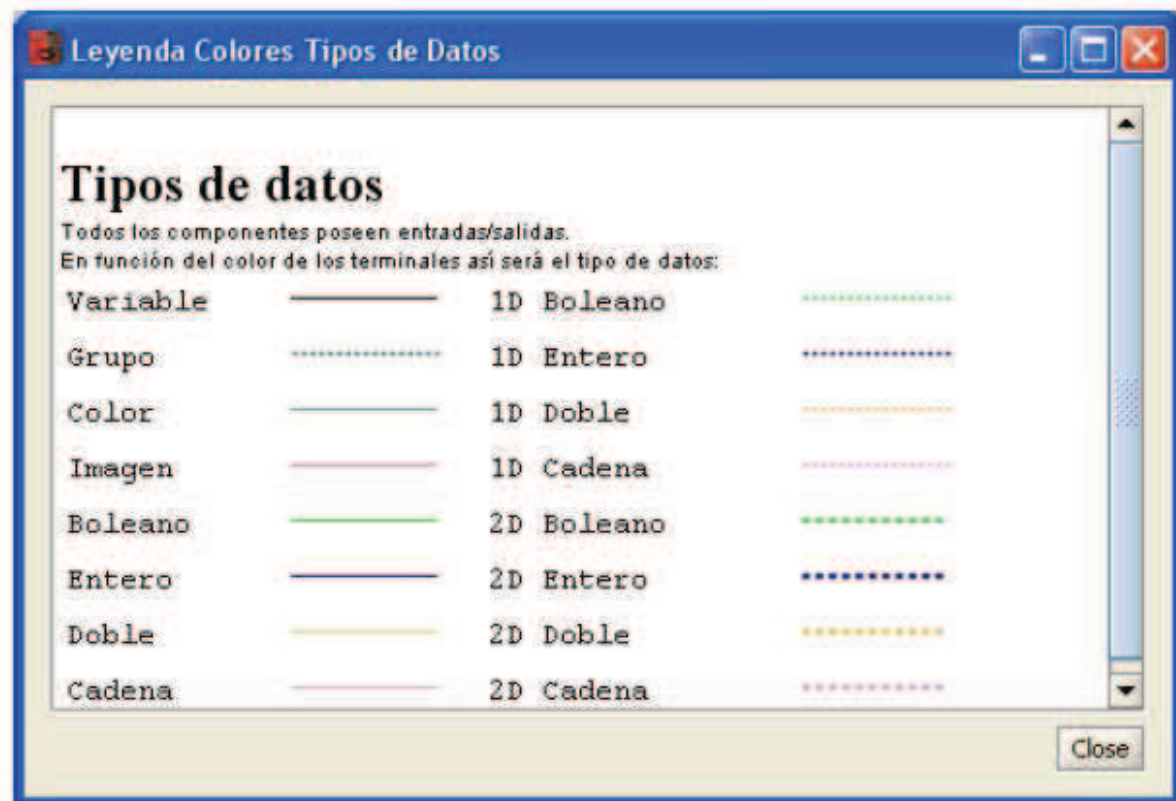


Figura 3.30. Tipo de Datos MyOpenLab.

Algunos componentes al ser colocados en el panel de Visualización aparecerán de manera automática en este panel. Por ejemplo el pulsador OK, el interruptor y el display. En el Panel de Visualización no se puede realizar el conexionado de componentes es por ello por lo que los componentes de Entra/Salida de este panel deben aparecer en el Panel de Circuito para en este ser conectados a la entra o salida correspondiente.

### Supresión de una conexión

Si queremos borrar una conexión marcamos con el ratón sobre ella, y después con la tecla **SUPR** o en el menú **Editar->Cortar** se elimina la conexión. Figura 3.31.



Figura 3.31. Supresión de una conexión MyOpenLab.

### Colocación de un nudo de derivación o empalme

Si queremos colocar un nudo para poder derivar una conexión a dos componentes bastará que se coloque el ratón sobre la línea de conexión y pulsado el botón derecho aparecerá un menú del que seleccionaremos agregar nudo. Figura 3.32

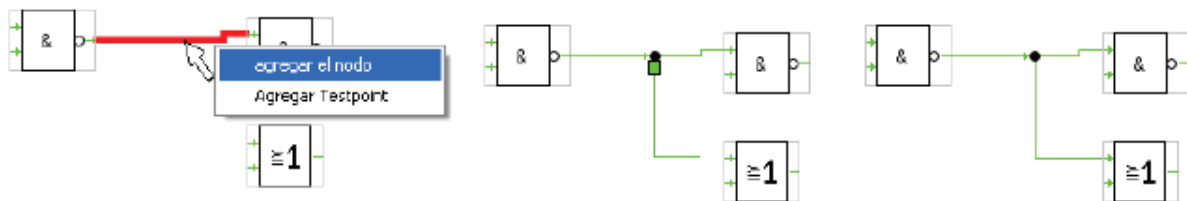


Figura 3.32. Colocación de un Nudo MyOpenLab.

### Conexión de componentes

Para realizar la conexión entre componentes bastará con marcar la salida con un clic del botón izquierdo y después marcar en la entrada correspondiente del componente seleccionado. Figura 3.33.



Figura 3.33. Conexión de componentes MyOpenLab.

Siempre tenemos que conectar una salida a una entrada o la salida de un nudo a una entrada.

La etiqueta que aparece On/Off es el indicativo del Terminal de entrada.

### Para Borrar componentes

Para borrar uno o varios componentes o un área completa bastará con seleccionar el área o componentes con el ratón y después una vez que el área se muestra en video resaltado se pulsa la tecla SUPR del teclado o se selecciona la opción "Cortar" del menú Editar.

En la edición se podrán marcar digititos componentes y copiarlos y pegarlos, de esa manera podemos realizar la edición más rápidamente. Figura 3.34

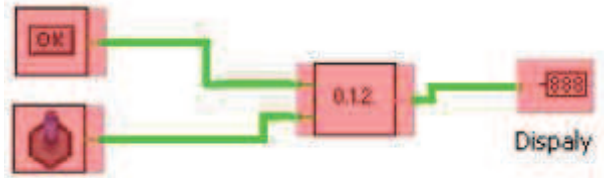


Figura 3.34. Copiar y Pegar MyOpenLab.

### Copiar y pegar Componentes o áreas completas.

Si queremos duplicar un área o componente basta con seleccionar el área o componente y seleccionar el menú Editar la opción “Copiar “ y después la opción “Pegar”. No se debe olvidar que al pegar se pega el arrea o componente copiado sobre el original.

La operación de copiar se puede hacer con las teclas CTRL+C y la operación de pegar con CTRL+V.

### Colocación de un Elemento SubVM en el área de trabajo del Panel de Circuito.

Cuando queramos colocar un componente SubVM en el área de trabajo bastara con que lo arrastremos desde el área de proyectos (seleccionando su nombre) y lo arrastremos a su lugar. Esto se podrá hacer siempre que el subelemento este en la misma carpeta de proyecto que el VM que estemos editando.

### Ventana de componentes.

Mediante la correspondiente opción del menú podemos hacer visible la estructura del componente que seleccionemos. *Menú Ventana -> Ventana de componentes*. En esta ventana se muestran las entradas y las salidas indicando en cada una su nombre y entre paréntesis el tipo de dato. Figura 3.35.

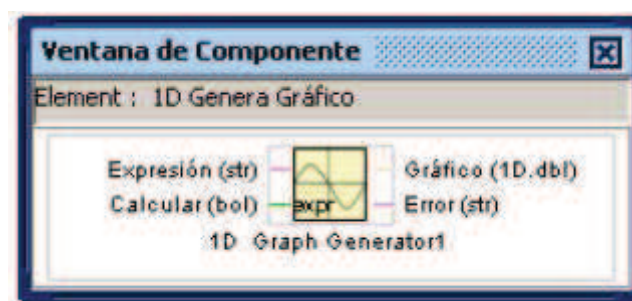


Figura 3.35. Ventana de Componente MyOpenLab.

## Menú Contextual sobre el componente

Estando sobre un componente pulsando el botón de derecho del ratón aparece este menú. Figura 3.36

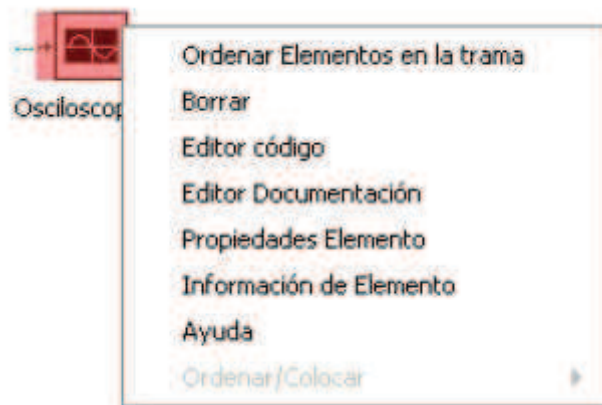


Figura 3.36. Menú Contextual MyOpenLab.

Desde este menú podemos invocar el fichero de ayuda del componente y también editarlo. De la misma manera, desde la opción “*Editor Código*” podemos editar el código Java del componente y modificarlo si es nuestro deseo. Esta posibilidad hace de MyOpenLab una herramienta absolutamente flexible y abierta.

### 3.5.3 Librería de Elementos: Panel de Circuito.



### Librerías de Elementos de “Panel Lógico”

Elementos de Decoración







## Operadores Digitales



## Operadores Numéricos





## Tratamiento de Caracteres



## Elementos Analógicos



## Utilidades



## Ficheros de Entrada/Salida



## Comparaciones



## Tratamiento de Imágenes



## Tratamiento de Sonidos



## Color



## Pines de E/S



## Vectores y matrices



## Agrupación de Elementos



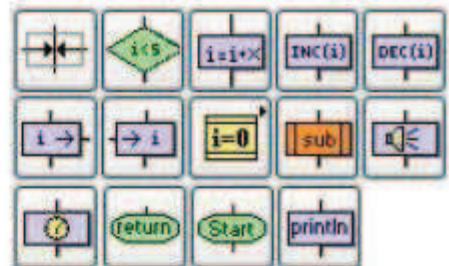
## Objetos Gráficos “canvas”



## Libreria de Física



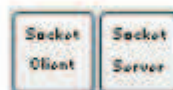
## Librería de Diagramas de Flujo



## Librería de Extras



### Librería de Conexiones entre aplicaciones



## Librería definida por el Usuario



### Librería de Automatización



### Interfaces



#### 3.5.4 Panel Frontal.

Este panel es en el que se colocan los elementos que van a servir para introducir los valores y/o parámetros de entrada (estímulos) de la aplicación así como los elementos que permitan ver los datos de salida (elementos de salida). También nos permite colocar sobre él elementos decorativos que no tienen ninguna relación con los elementos que componen la aplicación. En la figura vemos el panel correspondiente al ejemplo que hemos utilizado en el Panel de Circuito. Figura 3.37.

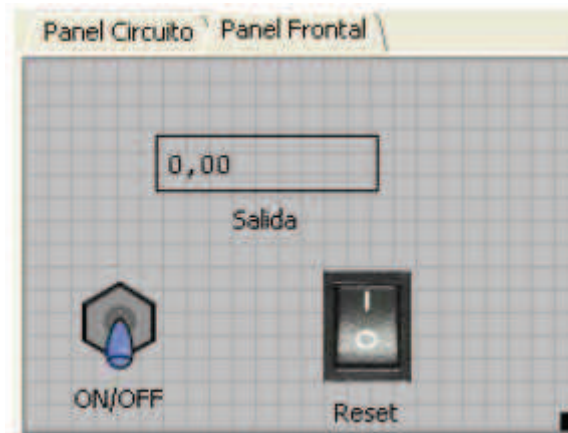


Figura 3.37. Ejemplo Panel frontal MyOpenLab.

En la figura 3.38 se muestra el componente *salida numérica* con la ventana de componente y el menú de propiedades abiertos. No olvidemos que las propiedades que muestra un componente en este panel son distintas a las que muestra si estamos en el Panel de Circuito.

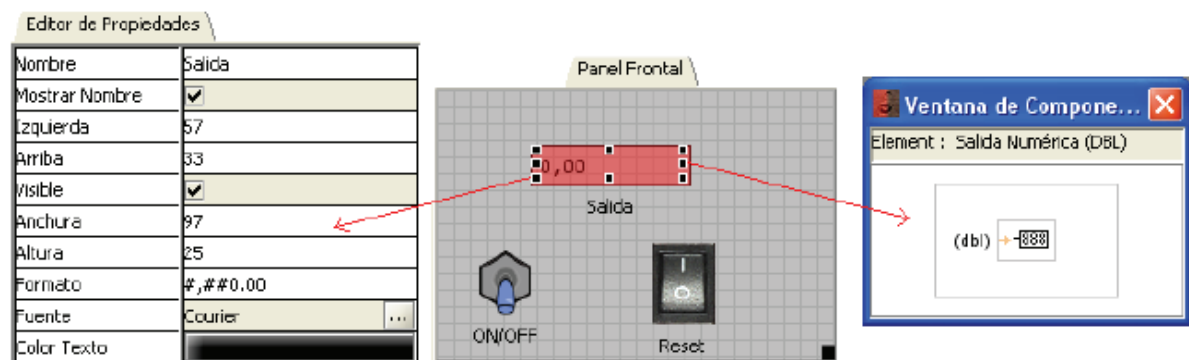


Figura 3.38. Componente salida numérica MyOpenLab.

En este panel se van colocando los componentes buscando una forma armónica de visualización dado que esta será la imagen que nos dará MyOpenLab una vez que pasemos del modo edición al modo de simulación. En la figura 3.39 vemos el aspecto del panel una vez que le hemos dado a simulación.

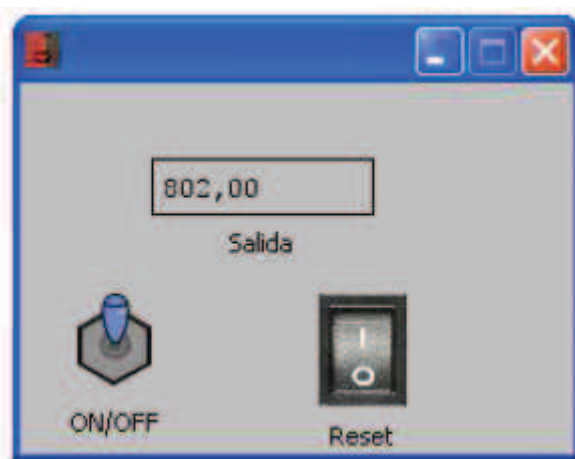


Figura 3.39. Aspecto del panel en modo simulación MyOpenLab.

No olvidemos que para detener la simulación bastará con pulsar en "X" o "[]" en de la barra de botones del menú. En el caso de que queramos que la ventana aparezca con un título bastará que lo escribamos en el lugar indicado en la figura 3.40.

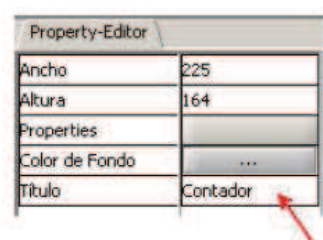


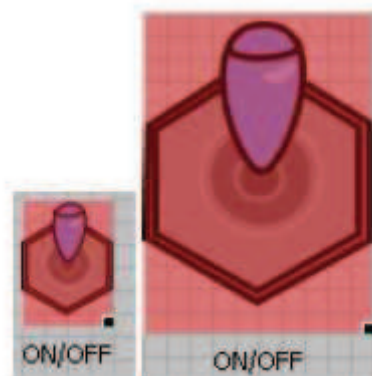
Figura 3.40. Editor de Propiedades MyOpenLab.

En cuyo caso el panel, al ejecutarse la aplicación muestra el nombre. Figura 3.41.



*Figura 3.41. Aspecto Contador MyOpenLab.*

Los objetos que se muestran en el Panel de Visualización pueden ser modificados de tamaño tal como se muestra en la figura 3.42.



*Figura 3.42. Cambiar Tamaño en MyOpenLab.*

Para ello lo único que hacemos es estirar desde el punto negro marcado en las esquinas del componente cuando esta señalado. Los objetos de decoración son útiles para realizar el panel dado que permiten aproximarnos a la realidad grafica de un instrumento, sistema, maquina, etc. Figura 3.43.



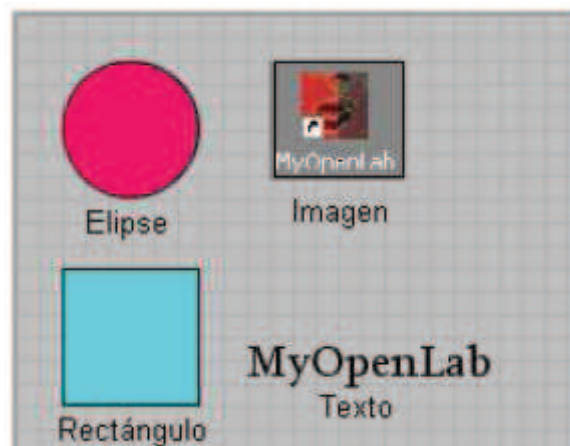


Figura 3.43. Objetos decoración en MyOpenLab.

### 3.5.5 Librería de Elementos: Panel de Visualización.



## Librería de elementos de Panel Frontal

### Elementos de Decoración



### Elementos de visualización numérica





### Elementos de activación digital



### Elementos de Entrada y salida de cadenas de caracteres



### Elementos de entrada y salida tipo vectores y matrices de datos



### Elementos de visualización grafica en ejes coordenados I



### Elementos de visualización grafica en ejes coordenados II





### Elementos extras



### Elementos de Automatización



### Elementos de librería de usuario



### Robot 2D



### 3.5.6 Ayuda.

Bastará marcar el componente y pulsando F1 se obtiene una ventana de ayuda. También se puede hacer con una opción del menú contextual que acabamos de comentar. La ayuda se puede ver en cualquiera de los tres idiomas (fig. 3.44) en los que está programado MyOpenLab. Para cerrar la venta bastará con pulsar sobre el icono “X”.



#### Objetos de Entrada (Botones/Interruptores): INTERRUPTOR

Este elemento actua generando una variable Booleana en funcion de si esta en una posición u otra.

##### Atributos modificables:

Init-Valor Permite que al inicar la simulacion la variable asociada al interruptor tenga el valor 1 o 0



Figura 3.44. Ayuda en MyOpenLab.

El fichero de ayuda está escrito en lenguaje HTML y se podrá editar en el momento que queramos bastará con situarse sobre el componente y pulsando la tecla derecha del ratón seleccionamos “Editor Documentación”. Figura 3.45

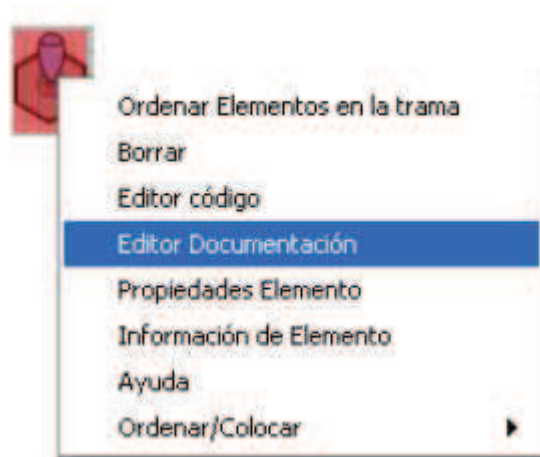


Figura 3.45. Editar Documentación en MyOpenLab.

En la figura 3.46 vemos el aspecto de la ventana de edición del fichero de ayuda del componente interruptor.

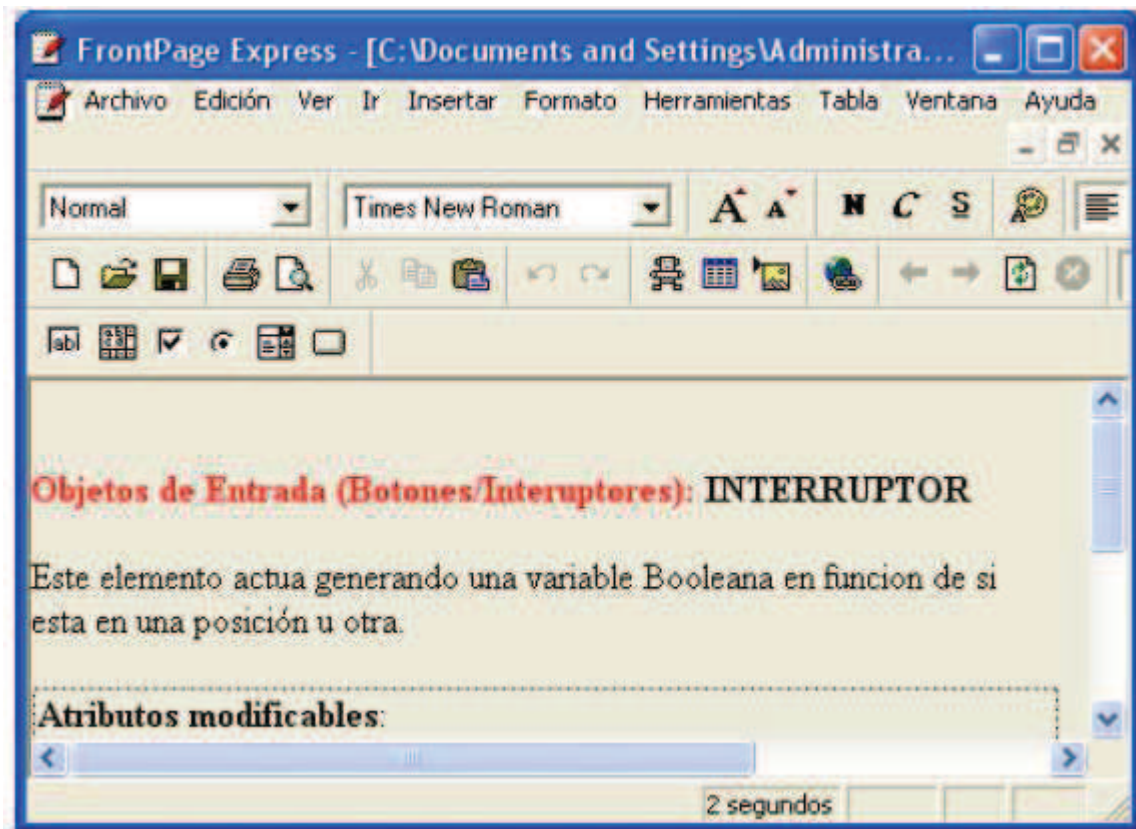


Figura 3.46. Editar Fichero en MyOpenLab.



## **4. FABRICACIÓN DE LAS PLACAS.**

Vamos a pasar a describir el procedimiento que hemos seguido para la fabricación de las placas de circuito impreso. En el proyecto que hemos realizado se han construido 2 placas, de las cuales las dos son de simple cara realizadas en su totalidad con componentes de montaje superficial.

- ⇒ 1 placa para el Circuito Impreso y Fuente de Alimentación. Donde están también situados los Relés y el Transformador de Intensidad. Esta el circuito Integrado de Medida SAMES y componentes complementarios.
- ⇒ 1 Caja carril DIN nueva para alojar el circuito impreso.
- ⇒ 1 placa donde hubo que soldar todos los componentes de la Tarjeta Velleman K8055.

Para la realización de las placas será necesario seguir los siguientes pasos:

- 1.- Impresión del circuito en la placa –insolación y fijación
- 2.- Ataque ácido.
- 3.- Limpiado.
- 4.- Taladrado de la placa.
- 5.- Soldadura de los componentes.

Antes de comenzar a realizar los pasos arriba enunciados, se procederá a la impresión de las pistas, pads y vías del circuito.

### **4.1 IMPRESIÓN DEL CIRCUITO EN LA PLACA.**

Para transmitir el circuito a la placa se empleará el procedimiento fotográfico, utilizando placas presensibilizadas provistas de una película fotosensible a los rayos ultravioletas. El tipo de placa usada será la “Positiva”

Las placas presensibilizadas están hechas sobre una base de fibra de vidrio o baquelita que son materiales resistentes y soportan altas temperaturas. Sobre esta base se deposita una fina capa de cobre y sobre ésta última otra de un material fotosensible.

#### ***4.1.1 Insolado de la placa.***

El grabado de las pistas en la placa se realiza colocando el fotolito en papel de acetato –transparente- en la insoladora, por medio de la cual pasará la luz ultravioleta, debilitando las zonas que queremos que el ácido ataque y protegiendo el circuito. Para que la reproducción sea lo más exacta posible, el contacto entre el papel y la placa a grabar debe ser perfecto para que no tengamos problemas de corte de pistas. El tipo de insoladora que usamos esta provista de una bomba de

vacío por medio de la cual el fotolito queda perfectamente unido con la aplaca a insolar.

El tiempo de exposición a la luz que hemos dejado es de unos 4'30" para todas las placas exceptuando la de los relés que lo aumentemos el tiempo de exposición a 5' debido a sus dimensiones. La fuente luminosa que se ha empleado ha sido una insoladora que consta de 4 fluorescentes de 20W cada uno dispuestos dos en la parte superior y dos en la inferior.

Después de insolar la placa, se procede al revelado o fijado de la misma.

#### **4.1.2 Revelado de la Placa.**

El revelado lo realizamos introduciendo la placa en una cubeta con una solución de sosa (NaOH), aproximadamente de unos 40 gramos por cada 1 litro de agua. Para retirar totalmente el material fotosensible es conveniente mover la cubeta provocando un pequeño vaivén, hasta que se comiencen a verse las pistas y los pads de un color amarillento. Entonces hay que sacar la placa, para evitar la descomposición de la zona protegida. Es bueno ayudar en las placas de mayor dimensión a quitar la película de la misma frotando con unos guantes

Después, hay que lavar la placa con agua para quitar los restos de la disolución reveladora, quedando la placa preparada para el ataque ácido.

#### **4.2 ATAQUE ÁCIDO.**

El ataque del cobre sobrante se hará sumergiendo la placa en una cubeta de plástico con una disolución ácida formada a partes iguales por:

Una parte de ácido clorhídrico –Sulfumán-.

Una parte de agua oxigenada al 120% en volumen.

Una parte de agua para ralentizar la reacción.

Moveremos ligeramente la cubeta produciendo vaivén hasta que se vea una buena formación de las pistas y que no quede cobre en la parte no protegida. . En ese momento hay que sacar la placa para evitar que el ácido siga atacando para evitar que levante las pistas.

#### **4.3 LIMPIADO.**

Se realiza para eliminar tanto posibles restos de ácido como de material fotosensible.

En primer lugar y después del ataque ácido, se sumerge la placa en una cubeta con agua para quitar restos de ácido, después, se pasa un papel o algodón impregnado en acetona o alcohol isopropílico para eliminar los restos de material fotosensible, quedando finalmente las pistas de cobre en la placa.

#### 4.4 TALADRADO DE LA PLACA.

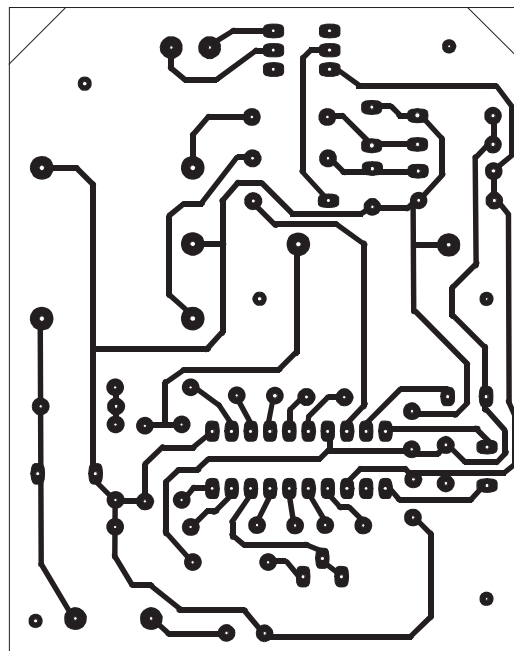
El taladrado de la placa se realiza de forma manual, empleando para ello un pequeño taladro Dremel con base fija. El diámetro de las brocas usadas es de 0,7mm para componentes electrónicos –resistencias, condensadores, etc.-, vías y tiras de pines, de 1mm para conectores y de 1,2mm para los puentes y

#### 4.5 SOLDADURA DE LOS COMPONENTES.

Para la soldadura de la placa realizada en montaje superficial, usaremos una estación de soldadura de montaje superficial, debido a la complejidad que este tipo de soldadura tiene. Antes de comenzar a soldar los componentes de SMD vamos a pasar una ligera capa a de decapante para que ayude a hacer correr el estaño y lo distribuya con facilidad y de manera uniforme. Este tipo de componentes no deben ser calentados en exceso.

Para las demás placas usamos una estación de soldadura normal.

El procedimiento de la soldadura se realiza igualmente con las dos estaciones, primero es necesario calentar la patilla donde se quiere realizar la soldadura para después aplicar el estaño. Para componentes sensibles a elevadas temperaturas producidas por el soldador, es necesario insertarlos a través de un zócalo para evitar su destrucción, tal y como hecho con el microprocesador y el circuito Sames de medida.



*Figura 4.47. Circuito Impreso.*

## **5. ESTUDIO DEL CONSUMO ELÉCTRICO.**

Como he indicado en el objeto del proyecto, lo que buscamos es realizar un estudio del consumo eléctrico de una instalación. Recogemos los datos de consumo mediante el programa “MyOpenLab” y se guardan los datos en un “Hoja Excel”. Los datos son cuarto horarios y el equipo se instala para que mida durante un mínimo de 30 días.

Conociendo estos datos se pueden hacer un estudio comparando con las diferentes tarifas eléctricas que existen en el mercado y ver si el cambio de tarifa con otra comercializadora, la reducción de potencia contratada o cambiar a una tarifa diferente puede ser más rentable y proporciona un ahorro eléctrico y económico.

A continuación se describen las diferentes tipos de tarifas que hay actualmente en el mercado eléctrico.

### **5.1 TARIFAS ELÉCTRICAS.**

#### **5.1.1 Tipos de tarifas.**

El precio de la factura eléctrica que recibimos habitualmente, se conforma en mayor medida, de los siguientes términos:

$$\text{TARIFA ELÉCTRICA} = \text{POTENCIA (€)} + \text{ENERGÍA (€/kWh)}$$

El **término de potencia** es un precio fijo determinador en función de la potencia contratada. Las recomendaciones para contratar la potencia conveniente en cada caso, se establecen a partir de las necesidades:

NÚMERO TARIFA	POTENCIA (KW)	NECESIDADES
2.0.1	$1 < P \leq 2.5$	Iluminación, TV, Frigorífico, Pequeños electrodomésticos
2.0.2	$2.5 < P \leq 5$	Plancha, aspiradora, lavadora, lavavajillas, vitrocerámica, horno, y campana extractora
2.0.3	$5 < P \leq 10$	Termo eléctrico, calefacción eléctrica, aire acondicionado, arcón congelador, secadora
3.0.1	$10 < P \leq 15$	

El segundo **término de Energía**, es un precio variable, que se encuentra en función del consumo de energía eléctrica que se realice.

Además, en la factura de la tarifa eléctrica, existen otros complementos específicos no aplicables en todos los casos: el complemento por energía reactiva, el complemento por discriminación horaria, el impuesto sobre la electricidad, el alquiler de los equipos de medida y el IVA.



### 5.1.2 Tarifas de Alta Tensión.

Para contratar una Tarifa en Alta Tensión se requiere que la tensión de suministro sea **mayor de 1kV**.

Alta tensión ( $U > 1\text{ kV}$ )	
Tarifa 3.1 A Potencia $\leq 450\text{ kW}$ , tres periodos	
Tarifa 6 ; Seis periodos horarios y 5 escalones de tensión	
Tarifa acceso A.T.	
6.1	$> 1\text{ kV}$ y $< 36\text{ kV}$
6.2	$> 36\text{ kV}$ y $< 72,5\text{ kV}$
6.3	$> 72,5\text{ kV}$ y $< 145\text{ kV}$
6.4	$> 145\text{ kV}$
6.5	Conexiones internacionales

Como se puede observar si la Potencia de suministro de la instalación es menor o igual a **450kW**, la tarifa a contratar será la **Tarifa 3.1 A** de tres periodos.



Alta tensión ( $U > 1\text{ kV}$ )

## 3.1 A

Zona	Invierno			Verano		
	Punta	Llano	Valle	Punta	Llano	Valle
1	17-23	8-17 23-24	0-8	10-16	8-10 y 16-24	0-8
2	17-23	8-17 23-24	0-8	17-23	8-17 23-24	0-8
3	17-23	8-17 23-24	0-8	10-16	8-10 16-24	0-8

Se consideran horas llano y valle de sábados, domingos y días festivos de ámbito nacional, para todas las zonas, las siguientes:

Invierno		Verano	
Llano	Valle	Llano	Valle
18-24	0-18	18-24	0-18

Este tipo de tarifas facturan el precio de la energía en función de la hora del día, dando 3 periodos denominados Punta, Llano y Valle. Con este tipo de tarifas interesa gestionar la producción para que se ejecute en el periodo de valle.

## DISTRIBUCION HORARIA ANUAL DE TARIFAS DE ACCESO GENERALES DE ALTA TENSION EN 6 PERIODOS (ORDEN ITC/2794/2007)

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
						1ª quincena	2ª quincena					
0 a 1 h												
1 a 2 h												
2 a 3 h												
3 a 4 h	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4 a 5 h												
5 a 6 h												
6 a 7 h												
7 a 8 h												
8 a 9 h	P2	P2				P4	P2		P4			P2
9 a 10 h							P2					
10 a 11 h	P1	P1				P3			P3		P4	P1
11 a 12 h			P4									
12 a 13 h												
13 a 14 h												
14 a 15 h	P2	P2		P5	P5		P1	P1	P6	P5		P2
15 a 16 h												
16 a 17 h												
17 a 18 h												
18 a 19 h	P1	P1	P3			P4			P4		P3	P1
19 a 20 h												
20 a 21 h												
21 a 22 h	P2	P2	P4				P2	P2			P4	P2
22 a 23 h												
23 a 24 h												

NOTA: El PERIODO 6 incluye, además de las horas señaladas, todas las horas de fines de semana y fiestas nacionales.

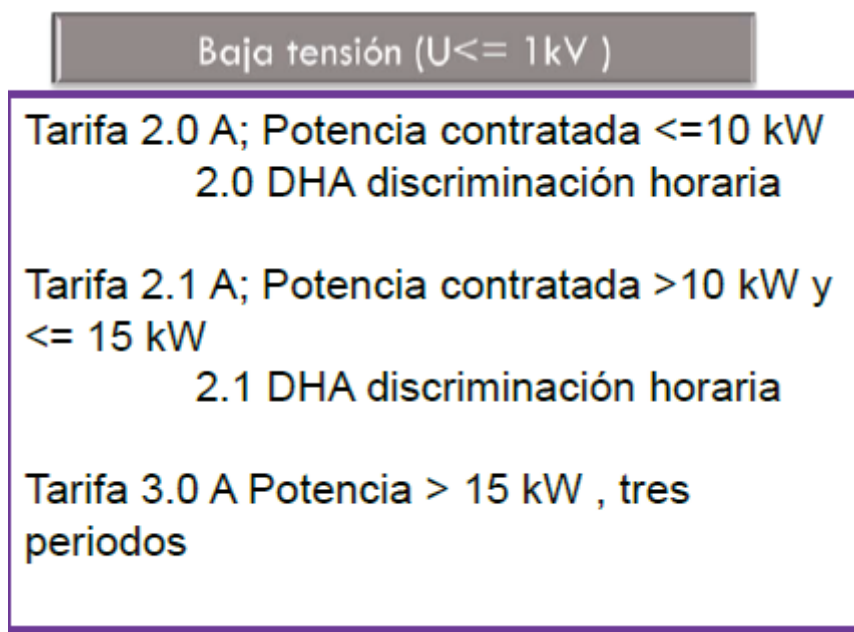
Nº HORAS POR PERIODO TARIFARIO

PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6	Total
631	876	448	747	1019	5039	8760

Esta última es la **Tarifa 6** que consta de 6 periodos y 5 escalones diferentes de Tensión de suministro. A cada franja horaria se le asigna un periodo (de P1 a P6) en función de cada tipo de periodo el precio de la energía consumida es diferente. Siendo P1 el precio más barato y P6 el más caro.

### 5.1.3 Tarifas de Baja Tensión.

Las tarifas de baja tensión son contratadas por todos los usuarios particulares o autónomos que tengan una tensión de suministro **inferior a 1kV**. En función de la potencia a contratar se puede elegir entre diferentes tipos de tarifas.



En nuestro estudio procesamos los datos y ejecutamos una comparación entre las diferentes tarifas **2.0 A, 2.0 DHA, 2.1 A, 2.1 DHA, 3.0 A**.

#### 5.1.3.1 Tarifa 2.0 A y 2.1 A

La **Tarifa 2.0 A y 2.1 A** son tarifas de electricidad con un precio fijo de kWh. En el caso de la **Tarifa 2.0 A** va dirigida a las instalaciones con una potencia contratada **inferior o igual a 10 KW**. Y la Tarifa 2.1 A es una tarifa superior a la anterior y se contrata para **potencias mayores a 10kW e inferiores o igual a 15 KW**.

#### 5.1.3.2 Tarifa 2.1 DHA y 2.1 DHA

La **Tarifa 2.1 DHA y 2.1 DHA** son tarifas de electricidad denominadas con discriminación horaria. En función de la hora que se está consumiendo la electricidad, el precio de esta es diferente.

## 2.0 DHA Y 2.1 DHA

Invierno		Verano	
Punta	Valle	Punta	Valle
12-22	0-12 22-24	13-23	0-13 23-24

Como se puede observar las tarifas se dividen en franjas horarias denominadas Punta y Valle. En la franja horaria de Valle el precio de la energía es más barato. La diferencia entre la Tarifa 2.0 DHA y 2.1 DHA simplemente es la potencia que se tenga que contratar si es menor o igual a 10 KW corresponde a la tarifa 2.0 DHA y si se encuentra en 10 KW y 15 KW es la Tarifa 2.1 DHA.

### 5.1.3.3 Tarifa 3.0 A

La **Tarifa 3.0 A** es para instalaciones con una potencia **superior a 15 KW**. Esta tarifa discrimina el horario en 3 periodos. La franja horaria de cada periodo es diferente dependiendo de si es verano o invierno. Además de la zona geográfica en la que te encuentres.

## 3.0 A

Zona	Invierno			Verano		
	Punta	Llano	Valle	Punta	Llano	Valle
1	18-22	8-18 22-24	0-8	11-15	8-11 15-24	0-8
2	18-22	8-18 22-24	0-8	18-22	8-18 22-24	0-8
3	18-22	8-18 22-24	0-8	11-15	8-11 15-24	0-8
4	19-23	0-1 9-19 23-24	1-9	11-15	9-11 15-24 0-1	1-9

Zona 1: Península.  
 Zona 2: Baleares.  
 Zona 3: Canarias.  
 Zona 4: Ceuta y Melilla.

TABLA 13. Definición de los periodos horarios de la tarifa de acceso 3.0A.

Este tipo de tarifas te permite contratar diferentes potencias en cada periodo. Por ejemplo si una industria consume más en el periodo de 8-18h podría contratar más potencia en solo ese periodo.

## 5.2 PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ALMACENADOS.

Una vez conocida las diferentes tarifas eléctricas que existen en el mercado eléctrico podemos realizar una comparación con nuestros datos almacenados. Estos datos proceden de la medición del contador del consumo eléctrico, que instalado durante un periodo de 30 días, nos proporciona un total de 2880 datos de consumo medido cada 15 min. El programa MyOpenLab se encarga de guardarlos en una hoja de datos de Excel. Y desde esa Hoja de Excel podemos realizar las comparaciones.

### 5.2.1 Procesamiento mediante “Microsoft Excel”.

Lo primero que hacemos es calcular la potencia media mensual de la instalación ya que puede existir una instalación que tenga contratada una **Tarifa 3.0 A** (y sin embargo su potencia media sea inferior a 15 KW y podría contratar una **Tarifa 2.1 A o 2.1 DHA**).

Si la potencia media es superior a 15 KW separamos los datos almacenados del consumo eléctrico por franja horaria de 3 periodos que tiene la **Tarifa 3.0 A**.

TARIFA 3.0 A		
Periodo	Franja Horaria	Precio (€/kWh)
Valle	0h - 8h	0,069422
Llano	8h - 18h 22h- 24h	0,126281
Punta	18h- 22h	0,16708

TARIFA 3.0 A		
Hora de medición	Consumo Acumulado (wh)	Consumo Cuarto Horario (wh)
0:00	10	0
0:15	12	2
0:30	14	2
0:45	16	2
1:00	18	2
1:15	20	2
1:30	22	2
1:45	24	2
2:00	26	2
2:15	28	2
2:30	30	2
2:45	32	2

3:00	34	2
3:15	36	2
3:30	38	2
3:45	41	3
4:00	44	3
4:15	46	2
4:30	48	2
4:45	50	2
5:00	52	2
5:15	54	2
5:30	56	2
5:45	58	2
6:00	60	2
6:15	63	3
6:30	66	3
6:45	69	3
7:00	73	4
7:15	78	5
7:30	85	7
7:45	95	10
8:00	105	10
8:15	115	10
8:30	125	10
8:45	135	10
9:00	145	10
9:15	160	15
9:30	175	15
9:45	190	15
10:00	205	15
10:15	220	15
10:30	235	15
10:45	250	15
11:00	270	20
11:15	290	20
11:30	310	20
11:45	330	20
12:00	350	20
12:15	370	20
12:30	390	20
12:45	410	20
13:00	430	20



13:15	440	10
13:30	450	10
13:45	460	10
14:00	470	10
14:15	475	5
14:30	480	5
14:45	485	5
15:00	490	5
15:15	495	5
15:30	500	5
15:45	510	10
16:00	520	10
16:15	530	10
16:30	550	20
16:45	570	20
17:00	590	20
17:15	610	20
17:30	640	30
17:45	670	30
18:00	700	30
18:15	725	25
18:30	750	25
18:45	775	25
19:00	800	25
19:15	820	20
19:30	830	10
19:45	840	10
20:00	845	5
20:15	850	5
20:30	855	5
20:45	860	5
21:00	861	1
21:15	864	3
21:30	866	2
21:45	868	2
22:00	870	2
22:15	872	2
22:30	874	2
22:45	876	2
23:00	878	2
23:15	880	2



23:30	882	2
23:45	884	2

Aquí se puede ver los datos registrados por el contador eléctrico durante un día entero. La Potencia esta en Wh ya que para el estudio en el laboratorio utilizamos una estufa como carga para simular el consumo eléctrico de la instalación real.

Los precios del ejemplo son de una **Tarifa 3.0 A de la comercializadora Gas Natural Fenosa**. En La hoja de Excel se compara con todas las comercializadoras actuales del mercado y se obtiene la que proporciona el precio más barato. Además se calcula la potencia media de cada franja horaria para ver si se puede reducir el término de potencia y obtener un ahorro económico.

Dejando el equipo durante 30 días instalado se puede obtener la potencia media real de la instalación y ver si de verdad la tarifa actual contratada se ajusta a su consumo real.

### **5.2.1 Soluciones para optimizar el consumo eléctrico.**

Existen muchas soluciones para reducir el consumo eléctrico, a continuación expongo las más importantes:

Las necesidades de frio y calor no son constantes. Es importante regular la calefacción y el aire acondicionado, en función de las estancias, la temperatura exterior, o la época del año. No es aconsejable que haya más de 12°C de diferencia con el exterior. Con una temperatura de 21°C mantendrás la estancia caliente en invierno y con 26°C la mantendrás fresca en verano. Por cada grado que se aumenta la calefacción, se incrementa el consumo de energía aproximadamente un 7%.

Las instalaciones de calefacción y aire acondicionado centrales son más eficientes y tienen menor coste de instalación y de tarifa que las individuales.

Un buen aislamiento en ventanas (doble acristalamiento), puertas y utilizar toldos, persianas y cortinas reduce el calentamiento de las estancias en verano y acumula el calor que hay en el interior en invierno.

Para evitar el encendido de aparatos acondicionados, utiliza las corrientes de aire de ventilación natural, o simples ventiladores que muevan el aire.

Los colores claros en paredes y techos reflejan la radiación solar y evitan el calentamiento de las estancias. La mejor iluminación es la luz natural, aprovéchala al máximo.

Las bombillas de bajo consumo duran 8 veces más que las bombillas incandescentes convencionales y consumen un 80% menos, produciendo la misma



intensidad de luz. Una buena práctica medioambiental es utilizar aparatos de iluminación más eficientes (Halógenos LED, fluorescentes LED y de bajo consumo).

En el exterior, zonas de paso, garajes, vestíbulos, etc. Se pueden instalar sistemas de temporización o detectores de presencia para el encendido y apagado automático cuando sea necesario.

En función de tus necesidades, elige los electrodomésticos con el tamaño y las prestaciones adecuadas. Los equipos que más respetan el medio ambiente son aquellos que tienen mayor eficiencia energética. La A en la etiqueta energética indica cual es el más eficiente.

Utiliza equipos ofimáticos (ordenadores, impresoras, etc.) con sistema de ahorro de energía, que poseen estado de reposo cuando el equipo no se está utilizando (Power Saving).

En ausencias de más de 30 minutos se disminuye hasta un 15% el consumo energético si apagamos los aparatos totalmente (Sin la luz de Stand-By encendida).

Con la limpieza y un buen mantenimiento de aparatos y luminarias se pueden alcanzar ahorros de energía de hasta un 30%.

## **6. CONCLUSIONES FINALES.**

Un contador de consumo eléctrico es muy práctico porque te permite obtener una medida real de tu consumo y potencia de tu instalación. Actualmente que se habla tanto de la eficiencia energética es una buena manera hacer una auditoría energética de tu instalación para poder observar en que franjas horarias estas teniendo la mayor parte del consumo diario y así poder gestionar la producción. Poder ajustar también los términos de potencia y energía de la factura y conseguir un ahorro económico.

Hoy en día en el mercado hay una amplia gama de este tipo de contadores de consumo eléctrico de mucha precisión pero también de precios elevados. Además que necesitas estar registrado como una empresa auditora de energía para poder acceder a los registros cuarto horarios de cualquier empresa a la que se le instala un contador. Por lo que fue de ahí y la necesidad de fabricar uno propio para poder utilizar en cualquier instalación de hasta 23 KW de potencia como desarrollo y construcción del mismo como proyecto final de carrera.

En un principio se trabajó en base a una primera idea de un contador eléctrico que media la potencia de una instalación en tiempo real de la que ya se tenía conocimiento, experiencia y resultados testados. Para posteriormente irse modificando, mejorando y adaptando a las necesidades que se precisaban, convirtiéndolo en un contador de consumo eléctrico, que pudiera registrar los datos de consumo mediante una tarjeta de adquisición de datos USB y así almacenarlos en un ordenador para poder gestionarlos.

Como experiencia personal ha sido muy gratificante y útil el poder haber puesto en práctica parte de los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de estos años de estudio y poder observar que en la realización del contador de consumo eléctrico, parte de esa teoría se llevo a la práctica.

Quiero destacar el conocimiento adquirido en el transcurso de la realización del proyecto sobre la programación en Visual Basic para desarrollar el programa que procesaba los pulsos de la tarjeta.



## **7. BIBLIOGRAFÍA.**

- Albert Paul Malvino.  
**“Principios de Electrónica”**.  
Ed. Séptima. McGraw-Hill 2007.
  
- Boletín Oficial Del Estado.  
**“Real Decreto 485/2009”**.
  
- Instrucción Técnica Complementaria.  
**“Orden ITC/2794/2007”**.
  
- José Manuel Ruiz Gutiérrez.  
**“Guía de usuario MyOpenLab”**.  
Versión 3.010. 2010.
  
- Francisco Charte.  
**“Visual Basic (Programación)”**.  
Ed. Anaya Multimedia. 2010.



---

## **8. ANEXOS. PLANOS.**

**08.01 ESQUEMA GENERAL DE BLOQUES.**

**08.02 ESQUEMA TRAFO DE INTENSIDAD.**

**08.03 ESQUEMA MEDIDOR DE ENERGÍA.**

**08.04 ESQUEMA DE CIRCUITO TARJETA VELLEMAN K8055 USB.**

**08.05 PLANO CIRCUITO IMPRESO MEDIDOR DE ENERGÍA.**

**08.06 PLANO CIRCUITO IMPRESO TARJETA VELLEMAN K8055 USB.**

**08.07 LISTADO COMPONENTES (PLACA MEDIDOR SAMES).**

**08.08 LISTADO COMPONENTES (TARJETA VELLEMAN K8055 USB).**



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza



# ANEXO: PLANOS

Proyecto Fin de Carrera

Ingeniería Técnica Industrial Electricidad

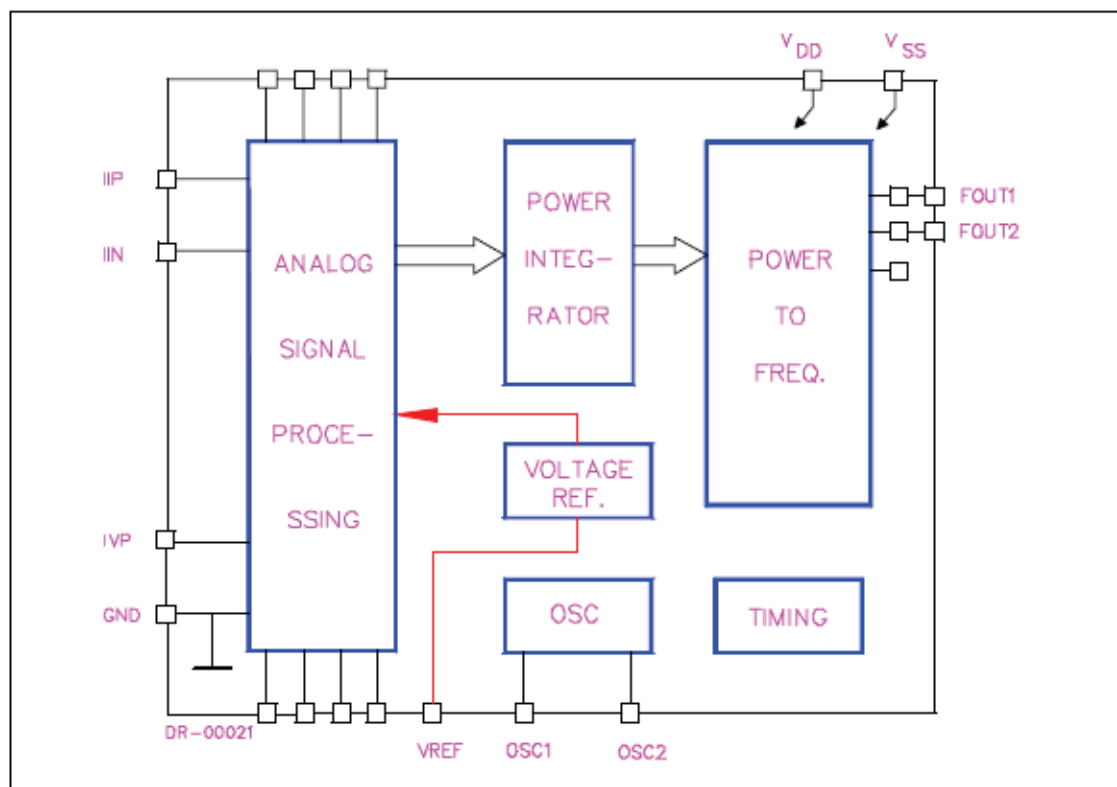
Convocatoria de Junio 2013

**AUTOR:** Alejandro García El Hachimi

**DIRECTOR:** Antonio Pardina Carrera

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Eléctrica





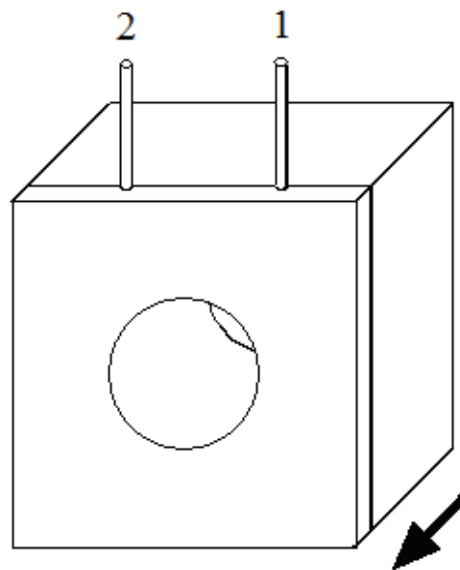
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	ESQUEMA GENERAL DE BLOQUES SAMES SA9102C			Plano: 1
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

1

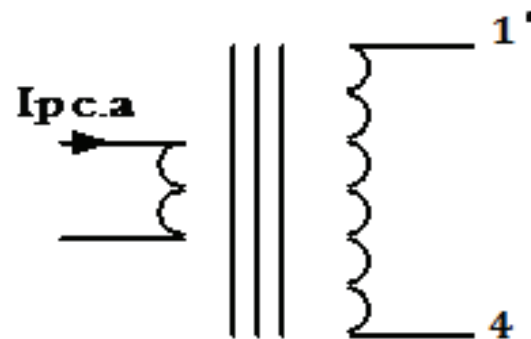
2

3

4



### Esquemático Trafo Intensidad



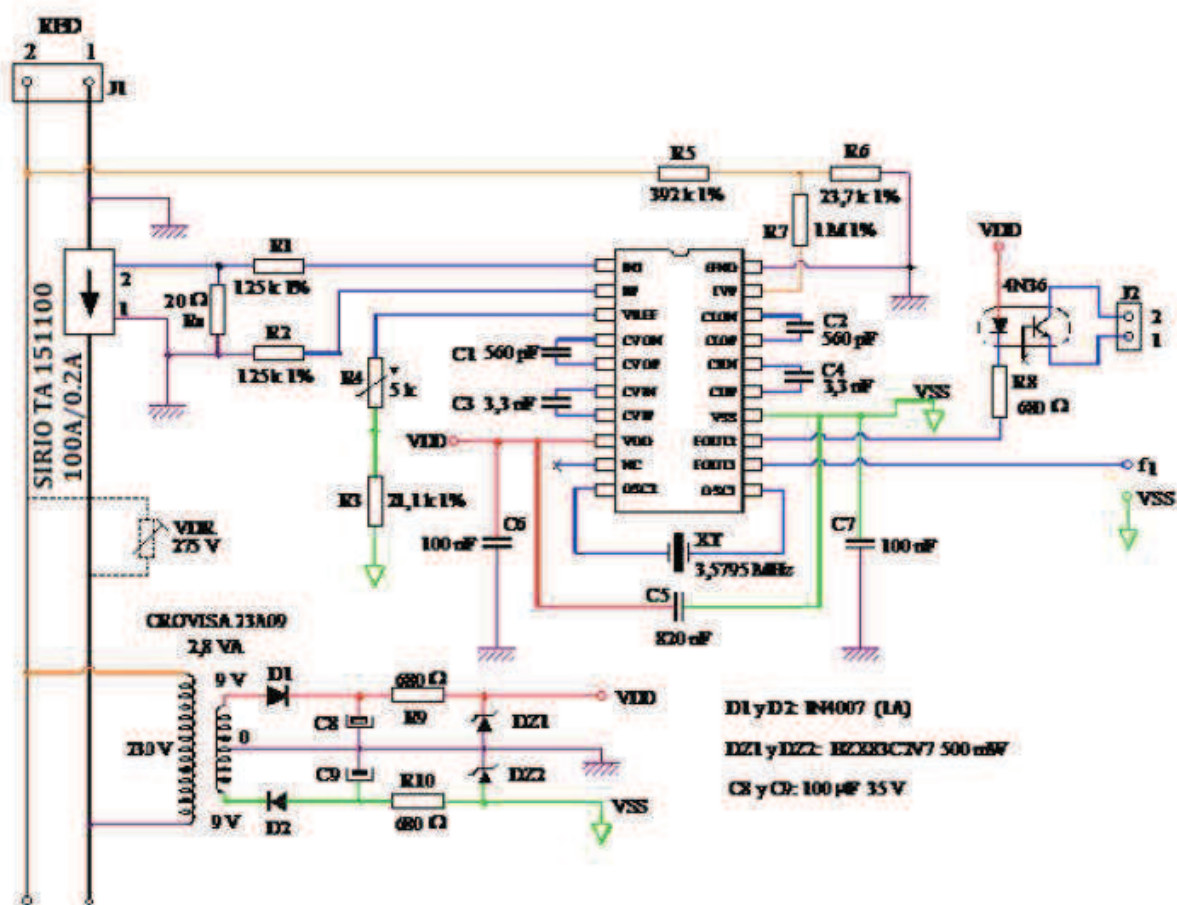
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	ESQUEMA TRAFIO DE INTENSIDAD SIRIO TA/151100			Plano: 2
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

1

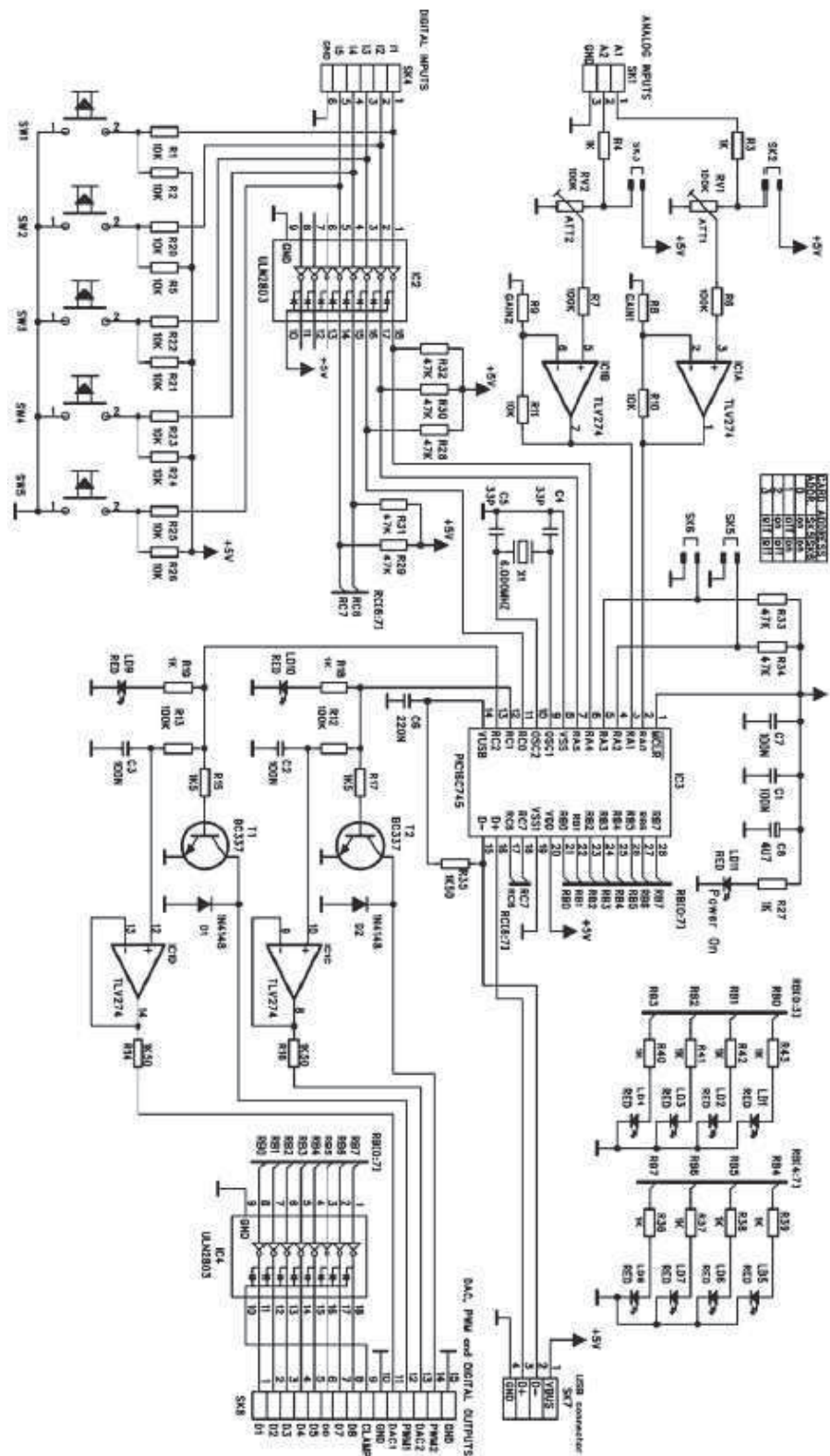
2

3

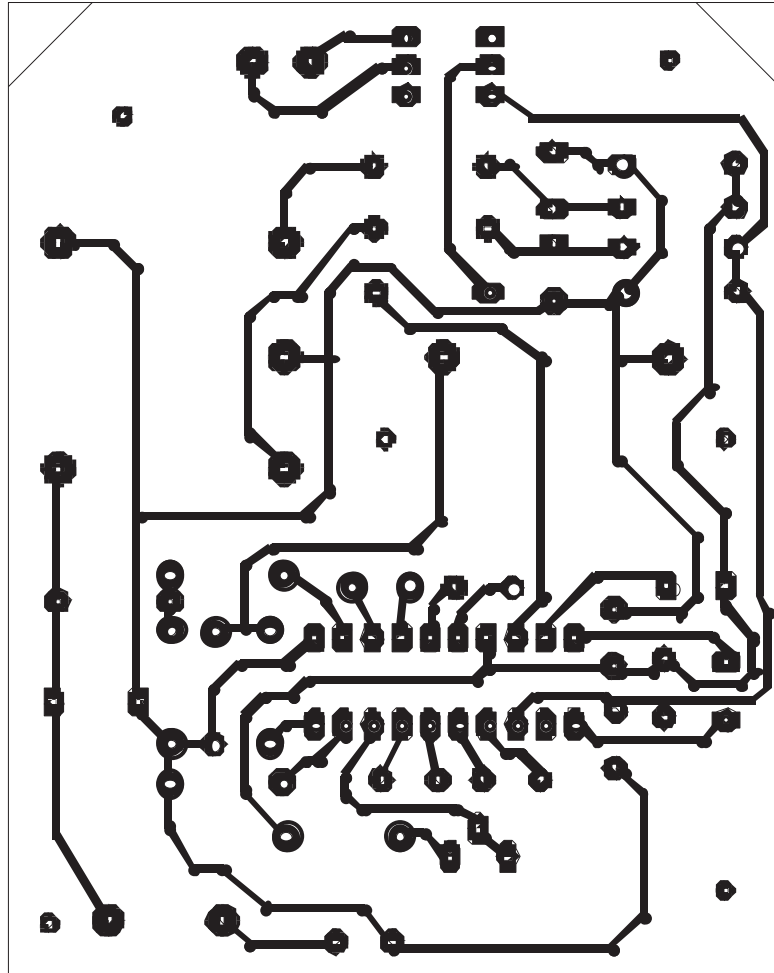
4



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	ESQUEMA MEDIDOR DE ENERGIA			Plano: 3
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

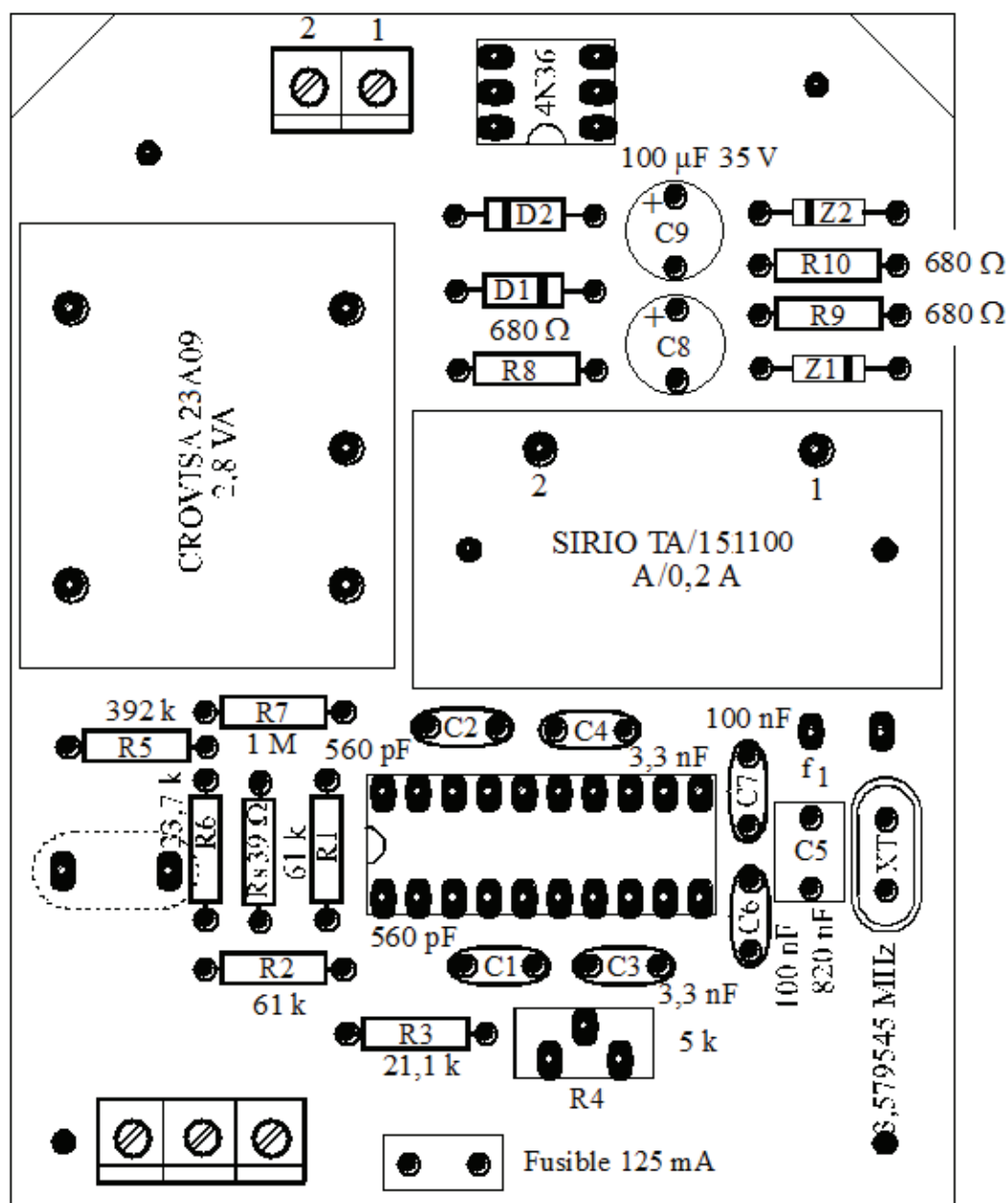


	Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	ESQUEMA CIRCUITO TARJETA VELLEMAN K8055			Plano: 4
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD



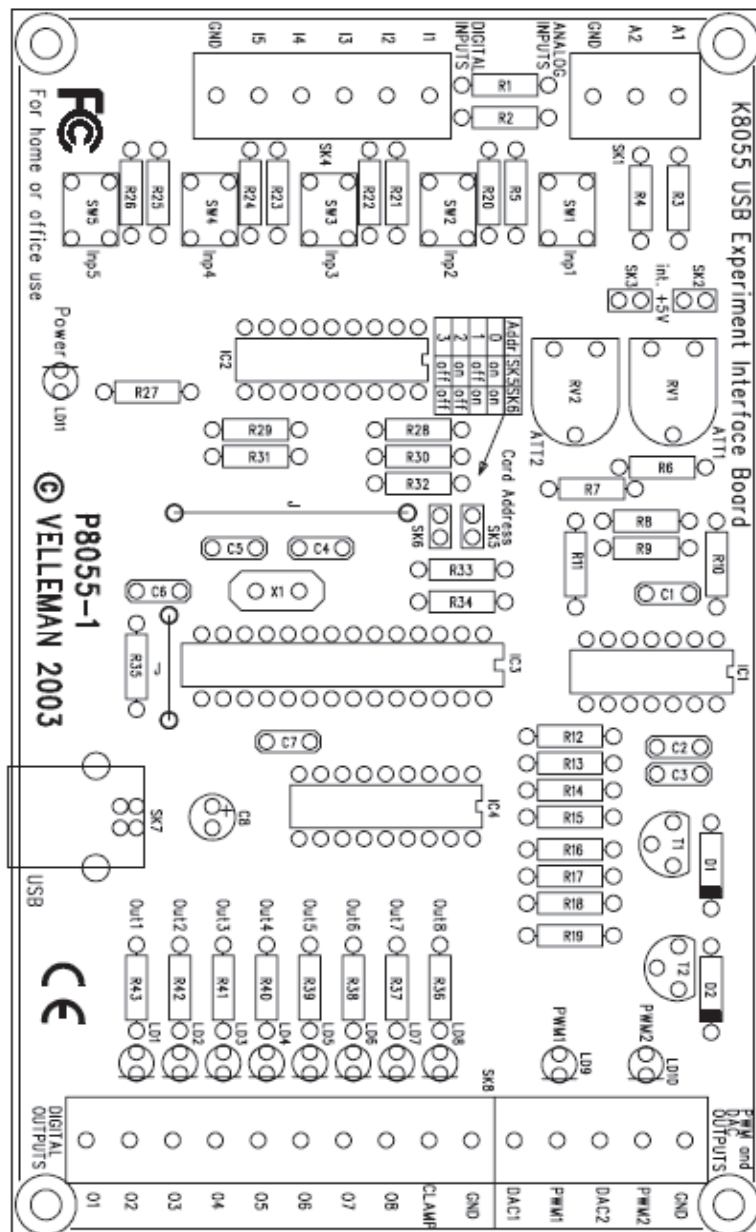
	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	PLANO CIRCUITO IMPRESO MEDIDOR DE ENERGÍA			Plano: 5
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

# PULSOS



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	PLANO CIRCUITO IMPRESO MEDIDOR DE ENERGÍA			Plano: 5
S/E				Hoja: 2
				Especialidad: ELECTRICIDAD





	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	PLANO CIRCUITO TARJETA VELLEMAN K8055			Plano: 6
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

Item	Symbol	Description	Detail
1	IC-1	SA9102C	DIP-20/SOIC-20
2	IC-2	Optocoupler 4N35	DIP-6
3	D1	Diode, Silicon, 1N4148	
4	D2	Diode, Silicon, 1N4148	
5	ZD1	Diode, Zener, 2.4V, 200mW	
6	ZD2	Diode, Zener 2.4V, 200mW	
7	XTAL	Crystal, 3.5795MHz	
8	R1	Resistor, 1% metal	Note 1
9	R2	Resistor, 1% metal	Note 1
10	R3	Resistor, 390k, (230VAC), 1% metal	
11	R4	Resistor, 1M, 1/8W, 1%, metal	
12	R5	Resistor, 470Ω, 1W, 5%, carbon	
13	R6	Resistor, 24k, 1/4W, 1%, metal	
14	R7	Resistor, 24k, 1/4W, 1%, metal	
15	R8	Resistor, 680Ω, 1/4W, 1%	
16	R9	Resistor, 680Ω, 1/4W, 1%	
17	R10	Resistor, 680Ω, 1/4W, 1%	
18	C1	Capacitor, 560pF	
19	C2	Capacitor, 560pF	
20	C3	Capacitor, 3.3nF	
21	C4	Capacitor, 3.3nF	
22	C9	Capacitor, 100nF	
23	C10	Capacitor, 100nF	
24	C11	Capacitor, 0.47μF, 250VAC, polyester	
25	C13	Capacitor, 100μF	
26	C14	Capacitor, 100μF	
27	C15	Capacitor, 820nF	Note 2
28	RSH	Shunt Resistor	Note 3

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	LISTADO COMPONENTES SAMES SA9102C			Plano: 7
S/E				Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD

**1. Jumper**

□ J (2x)

**2. Diodes, check the polarity !**

□ D1 : 1N4148  
□ D2 : 1N4148

**3. Resistors**

□ R1 : 10K (1-0-3-B)  
□ R2 : 10K (1-0-3-B)  
□ R3 : 1K (1-0-2-B)  
□ R4 : 1K (1-0-2-B)  
□ R5 : 10K (1-0-3-B)  
□ R6 : 100K (1-0-4-B)  
□ R7 : 100K (1-0-4-B)  
□ R10 : 10K (1-0-3-B)  
□ R11 : 10K (1-0-3-B)  
□ R12 : 100K (1-0-4-B)  
□ R13 : 100K (1-0-4-B)  
□ R14 : 1K5 (1-5-2-B)  
□ R15 : 1K5 (1-5-2-B)  
□ R16 : 1K5 (1-5-2-B)  
□ R17 : 1K5 (1-5-2-B)  
□ R18 : 1K (1-0-2-B)  
□ R19 : 1K (1-0-2-B)  
□ R20 : 10K (1-0-3-B)  
□ R21 : 10K (1-0-3-B)  
□ R22 : 10K (1-0-3-B)  
□ R23 : 10K (1-0-3-B)

□ R24 : 10K (1-0-3-B)  
□ R25 : 10K (1-0-3-B)  
□ R26 : 10K (1-0-3-B)  
□ R27 : 1K (1-0-2-B)  
□ R28 : 47K (4-7-3-B)  
□ R29 : 47K (4-7-3-B)  
□ R30 : 47K (4-7-3-B)  
□ R31 : 47K (4-7-3-B)  
□ R32 : 47K (4-7-3-B)  
□ R33 : 47K (4-7-3-B)  
□ R34 : 47K (4-7-3-B)  
□ R35 : 1K5 (1-5-2-B)  
□ R36 : 1K (1-0-2-B)  
□ R37 : 1K (1-0-2-B)  
□ R38 : 1K (1-0-2-B)  
□ R39 : 1K (1-0-2-B)  
□ R40 : 1K (1-0-2-B)  
□ R41 : 1K (1-0-2-B)  
□ R42 : 1K (1-0-2-B)  
□ R43 : 1K (1-0-2-B)

⚡ Remark:

R8 & R9 are not mounted at this time. 4 Resistors should be left over!

**4. Ceramic Capacitors**

□ C1 : 100nF (104, 0.1, u1)  
□ C2 : 100nF (104, 0.1, u1)  
□ C3 : 100nF (104, 0.1, u1)  
□ C4 : 33pF (33)  
□ C5 : 33pF (33)  
□ C7 : 100nF (104, 0.1, u1)

**5. IC sockets. Watch the position of the notch!**

□ IC1 : 14P  
□ IC2 : 18P  
□ IC3 : 28P  
□ IC4 : 18P

**6. Push buttons**

□ SW1  
□ SW2  
□ SW3  
□ SW4  
□ SW5  
} KRS0610

**7. Potentiometer**

□ RV1 : 100K  
□ RV2 : 100K

**8. Capacitors.**

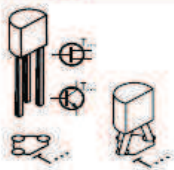
□ C6 : 220nF/50V~

**9. LED's. Watch the polarity!**

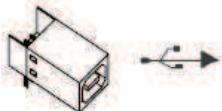
□ LD1  
□ LD2  
□ LD3  
□ LD4  
□ LD5  
□ LD6  
□ LD7  
□ LD8  
□ LD9  
□ LD10  
□ LD11  
} 3mm RED

	Fecha	Nombre	Firma	ESCUOLA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	LISTADO COMPONENTES			Plano: 8
S/E	TARJETA VELLEMAN K8055			Hoja: 1
				Especialidad: ELECTRICIDAD



**10. Transistors**

- T1 : BC337
- T2 : BC337

**11. USB connector**

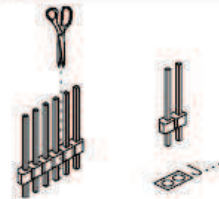
- SK7: USBB90

**12. Electrolytic capacitor.  
Watch the polarity !**

- C8 : 4,7µF/50V

**13. Quartz crystal**

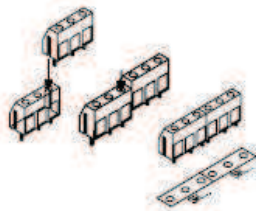
- X1 : 6MHz

**14. Header**

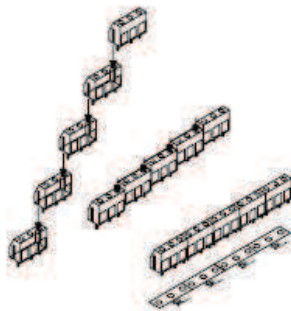
- SK2 : 2P
- SK3 : 2P
- SK5 : 2P
- SK6 : 2P

**15. Screw connectors**

- SK1 : 3P



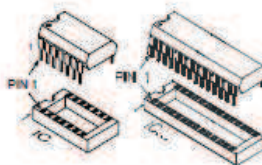
- SK4 : 2 x 3P



- SK8 : 5 x 3P

**16. IC's. Watch the position of the notch!**

- IC1 : TLV274IN
- IC2 : ULN2803
- IC3 : VK8055 (Programmed PIC16C745-IP)
- IC4 : ULN2803



	Fecha	Nombre	Firma	ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA TECNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA
Dibujado	10/05/12	Alejandro Garcia		
Comprob.				
Escala:	LISTADO COMPONENTES TARJETA VELLEMAN K8055			Plano: 8
S/E				Hoja: 2
				Especialidad: ELECTRICIDAD