



Trabajo Final de Grado

ETSID

**Sistema de monitorización y alarma de rizado en
un sistema de carga de baterías**

Autor: Enric Tamarit Iborra

Director: Carlos Sánchez Díaz

Especialidad: Electrónica y Automática Industrial

Fecha: 22 de septiembre de 2016

INDICE GENERAL

1 Memoria.

1.1. Justificación del proyecto.

- 1.1.1. Introducción.
- 1.1.2. ¿Quién es Tecnibat Group?
- 1.1.3. Análisis de mercado.
- 1.1.4. Ámbito de la aplicación.

1.2. Objeto del proyecto.

- 1.2.1. Características y objetivos.
- 1.2.2. Requisitos y especificaciones.

1.3. Descripción de la solución adoptada.

1.3.1. Bloques del sistema de monitorización y alarma de rizado.

- 1.3.1.1. Atenuador de señal.
- 1.3.1.2. Filtro Paso Alto Activo (FPA).
- 1.3.1.3. Rectificador activo de precisión de onda completa.
- 1.3.1.4. Detector de pico de precisión activo.
- 1.3.1.5. Comparador de tensiones.
- 1.3.1.6. Visualizador de la alarma.
- 1.3.1.7. Prototipo y tarjeta electrónica.

1.3.2. Proceso de digitalización de la tarjeta electrónica (HRC).

- 1.3.2.1. Ventajas del procesado digital de señales y elección del micro.
- 1.3.2.2. Arduino.
- 1.3.2.3. Modbus, el sistema de comunicación.
- 1.3.2.4. Ventajas del protocolo Modbus/TCP.
- 1.3.2.5. Servidor Modbus TCP/IP.
- 1.3.2.6. Descripción de las funciones de la High Ripple Card digitalizada.

1.4. Conclusiones.

1.5. Anexos

- 1.5.1. Códigos de programación.
- 1.5.2. Material utilizado.
- 1.5.3. Bibliografía.

2. Planos.

3. Pliego de condiciones

4. Presupuesto

1. Memoria

1.1. Justificación del proyecto

1.1.1 Introducción

En este capítulo de introducción se describe cuáles son los objetivos de este trabajo, realizando además un recorrido por la situación actual de la gestión de la electrónica y la influencia que tiene sobre los equipos cargadores de baterías y rectificadores de señal. A continuación se describe ampliamente el proyecto Monitorización y alarma de rizado en un sistema de carga de baterías, que estudia y controla el análisis de las señales residuales de corriente alterna, las cuales se denominan rizado, y que su aparición es muy común en sistemas eléctricos o electrónicos que se dediquen en parte o en su totalidad a rectificar señales eléctricas, las cuales son las protagonistas y que forman parte de la existencia de este trabajo.

El rizado, algunas veces llamado fluctuación o ripple (del inglés), es la pequeña componente de alterna que queda tras rectificarse una señal a corriente continua.

El objetivo de este trabajo final de grado es la caracterización del comportamiento de las señales de tensión de corriente alterna a la salida de un rectificador de señal, como parte del desarrollo de la planta piloto del proyecto Monitorización y alarma de rizado en un sistema de carga de baterías, promovido por la ETSID, Escuela Técnica Superior Industrial del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia y la empresa financiadora del proyecto, a la cual se dirige este proyecto.

Mediante este dispositivo se pretende crear una nueva tarjeta electrónica que ofrezca la posibilidad de tener controlado este valor de tensión alterna. Esto se hará mediante diferentes tipos de señalizaciones, como pueden ser señalizaciones lumínicas con leds en los equipos rectificadores de señal, los displays que pueden llevar esta clase de equipos o a través de la comunicación digital y automática con un pc que registre los valores y avise mediante cualquier tipo de alarma. Este PC estará diseñado cuando la tensión de rizado sea de un valor en concreto el cual tenga una relevancia. Normalmente cuando sea mayor que el valor deseado en dicha señal, el cual podremos variar (se podrá variar o bien analógicamente con un potenciómetro, o bien digitalmente programando el microcontrolador para unos valores distintos).

La elección de este proyecto se justifica dadas las siguientes circunstancias, yo Enric Tamarit Iborra entro en el proceso de selección de la empresa Tecnicat Group S.L. para hacer las prácticas remuneradas de empresa que entran en convenio con la Universidad Politécnica de Valencia. En este proceso de selección me ofrezco para enfocar mi trabajo de final de grado, TFG, hacia alguna necesidad que pueda tener la empresa, teniendo tiempo para trabajar en la empresa con un horario de mañanas y para investigar en la universidad sobre el posible proyecto por las tardes.

A la empresa, Tecnicat_Group S.L, le interesa la idea por la necesidad que tiene de poder ofrecer a sus clientes el requisito, que algunos clientes imponen, de que los equipos cargadores de baterías y rectificadores de señal tengan una forma de

señalización o alarma para la señal residual de alterna, rizado, que los filtros de los equipos no pueden hacer desaparecer en su totalidad. Dados estos hechos es cuando me contratan y me explican que clase de dispositivo electrónico es el que quieren que les diseñe, al cual llaman Rizómetro o High Ripple Card, para una futura comercialización y venta de este en sus equipos.

1.1.2. ¿Quién es Tecibat_Group?

Tecibat Group se crea en 1983 en la ciudad de Valencia (España) desarrollando acuerdos con los fabricantes más representativos del sector de la acumulación de energía eléctrica, tales como Exide, Tudor, Emisa, Powerware, Sonnenschein, Classic, Victron Enregy, etc. Estas alianzas posibilitan que Tecibat Group ofrezca una gama de productos que incluyen las baterías -tanto de tracción como estacionarias- cargadores, inversores, convertidores, rectificadores, UPS, así como electrónica naval.

La empresa nace con el objetivo de ofrecer a sus clientes un servicio técnico completo no solo en cuanto a la selección de producto más adecuado para cada caso, sino también en la puesta en marcha y servicio post-venta con colaboradores a nivel local para asistencia primaria y personal propio en fases siguientes. También ofrece el servicio de diseño y fabricación de equipos personalizados. Se trata de dar asesoramiento al cliente en la solución técnica más adecuada para cubrir sus necesidades.

Tecibat Group cuenta desde 1997 con el certificado de calidad ISO 9000:2001 otorgado por TÜV Management que avala no sólo su buen hacer profesional, sino también su compromiso con el medio ambiente y con su entorno social.

Tecibat Group se dirige fundamentalmente a empresas dedicadas a la generación y distribución de energía eléctrica, de los sectores petroquímico, nuclear, cerámico, hospitalario, naval, ferroviario, aeroportuario, automoción, agroalimentario, empresas de telecomunicaciones, y un largo etcétera. Es decir, empresas que necesiten la acumulación de energía para cualquier aplicación posterior

Tecibat Group nace con la clara vocación de dedicarse a la acumulación de energía eléctrica, para cualquier aplicación posterior, tanto en aplicaciones de tracción eléctrica como en aplicaciones de stand-by para sistemas de emergencia. Incluyendo, no solamente, los acumuladores eléctricos necesarios sino integrando además, todos aquellos elementos, productos o periféricos, así como los servicios técnicos necesarios para atender las necesidades de cualquier aplicación de la energía eléctrica, de forma autónoma o como respaldo en emergencia del suministro normal.

Logo de Tecibat Group:

tecibat_group

Productos de Tecnibat Group:

- Baterías estacionarias: Ni-Cd y Pb-ácido

Sistemas de acumulación de energía eléctrica para suministro en emergencia a cargas críticas. Cubriendo las diferentes aplicaciones con las tecnologías más adecuadas de fabricación

- Baterías Tracción

Baterías de tracción para todo tipo vehículos eléctricos, carretillas elevadoras, transpaletas y apiladores, que se utilizan para realizar trabajos de logística y almacenamiento en la industria actual, así como para todo tipo de vehículos eléctricos.

- Cargadores Tracción

Tecnología de diodos, tiristores o de alta frecuencia HF. La importancia de la correcta elección del conjunto batería-cargador no puede ser desestimada. Años de experiencia y desarrollo avalan a Tecnibat Group en colaborar con la mejor elección.

- Rectificadores e inversores

Rectificadores e inversores para aplicaciones en energías renovables y náutica, pudiéndose suministrar tanto rectificadores para carga de baterías mediante alimentaciones auxiliares de corriente alterna como inversores

- Rectificadores industriales

Sistema estacionario que permiten ser utilizado para garantizar la alimentación de los servicios en corriente continua de cargas críticas y sensibles cuando falle el suministro de la red de alterna.

- SAI-UPS

Sistemas que permiten la alimentación de cargas críticas y sensibles mediante corrientes alternas puras con el respaldo de baterías para dar continuidad al suministro de energía en caso de fallo de red.

- Electrónica naval

Dispositivos electrónicos que facilitan y posibilitan una navegación cómoda, segura y eficaz con la mayor fiabilidad de funcionamiento. Equipos como VHF, GPS Plotter, Radar, Sonda, etc.

- Accesorios

Sistemas de relleno, sistemas de sinsuflado de aires, sistemas de gestión del parque de baterías y cargadores. Además, disponemos de varios complementos

de gran utilidad para el relleno de las baterías.

Servicios de Tecibat Group:

- Diseño y fabricación de equipos
- Auditorías técnicas
- Rápida respuesta
- Información sobre seguridad y normativa
- Contratos de mantenimiento
- Alquiler de productos comercializados
- Servicio post-venta propio

El grupo empresarial Tecibat Group se puede localizar físicamente en una de sus tres sedes:

Camí Vell d'Albal, 127. 46469 Beniparrell, Valencia

Pol. Ind. Caballo, S/N. 28890. Valdecastellanos, Loeches, Madrid

Pol. Ind. Oeste, S/N. 30169. San Gines, Murcia, Murica

O en su página web:

www.tecnibat.com

1.1.3. Análisis de mercado

El diseño y producto a desarrollar no se encuentra a la venta como tal, con las características y los costes de producción planteados por la empresa desarrolladora del proyecto, Tecibat Group. Por este motivo se diseñara y producirá con un presupuesto ajustado, dejando el valor de precio de mercado. Una vez desarrollado el sistema de monitorización y alarma de rizado en un sistema de carga de baterías, en manos de la empresa, en caso de que quisiera comercializarlo de alguna manera aparte de su venta dentro del armario de los equipos cargadores de baterías, para los cuales se está desarrollando específicamente esta tarjeta electrónica.

Por otra parte, este producto, mejora la competitividad de la empresa ya que permite ajustarse a las demandas y necesidades de sus clientes. No olvidemos que se trata de un producto confeccionado “a la carta”, que responde a las necesidades manifestadas por varios clientes de Tecibat que demandan sistemas de carga de baterías.

1.1.4. Ámbito de la aplicación

El ámbito de la aplicación de la tarjeta electrónica sería el descrito en apartados anteriores, es decir su uso se contemplaría como uno de los complementos de tarjetas electrónicas que tienen los diferentes equipos cargadores de baterías y rectificadores de señal, con sus diferentes características, monofásicos o trifásicos, con mayor o menor tensión de entrada, diferentes intensidades, diferentes potencias, etc.

1.2. Objeto del proyecto

1.2.1 Características y objetivos

El desarrollo del proyecto, monitorización y alarma de rizado en un sistema de carga de baterías al cual podemos llamar también High Ripple Card o HRC viene dado por las necesidades de la empresa Tecibat Group, anteriormente descrita, la cual es la que me da las pautas y las características específicas que quieren que tenga la High Ripple Card.

Claramente su objetivo es cumplir las peticiones y por consecuencia necesidades de los clientes, las especificaciones que vienen dadas por la empresa para su creación son fundamentalmente, las que piden sus clientes, para los cuales se ofrece la tarjeta electrónica de este proyecto, y principalmente lo que preocupa es el porcentaje de señal de rizado que los equipos rectificadores de señal y cargadores de baterías puedan tener.

1.2.2 Requisitos y especificaciones

El requisito principal es la elaboración de un prototipo real para la posterior comprobación de su efectividad como alarma en los equipos cargadores de baterías y rectificadores de señal.

En cuanto a las especificaciones técnicas que se demandan, este proyecto no afecta a la cantidad de señal de rizado que tenga un equipo específico, pero lo que se pide es que esta señal de rizado tenga un valor, de al menos, menor al 5% de la señal de entrada del equipo, y lo que tiene que hacer nuestra High Ripple Card es avisar de una manera u otra si el valor que está emitiendo la señal de rizado es el correcto para los requisitos de los clientes de la empresa. En algunos casos pueden pedir un valor de rizado de un porcentaje menor, como podría ser del 3%, probablemente el segundo más demandado.

Estos valores de porcentajes se ven afectados dependiendo de la señal de tensión de entrada al equipo, que varía también dependiendo de las especificaciones técnicas, en un principio el máximo establecido será de 300 V y como mínimo de 12 V.

1.3. Descripción de la solución aportada

1.3.1. Bloques del sistema de monitorización y alarma de rizado

1.3.1.1. Atenuador señal de entrada

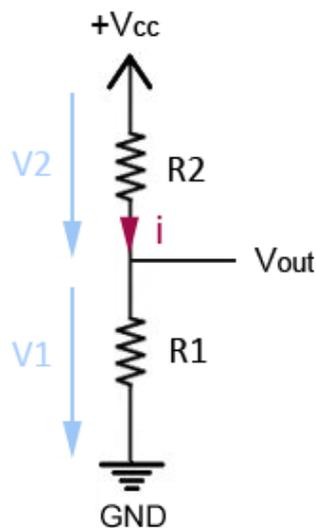
El atenuador de la señal de entrada fue el primer paso a realizar en la tarjeta diseñada, ya que esto nos va a poder permitir regularizar la señal de tensión que entre en nuestro sistema de filtros, ya que la primera señal que recibimos es la que viene directamente de la red eléctrica o una entrada directa de tensión dependiendo de la tensión que use un equipo determinado para el cual se va a usar la High Ripple Card. Este atenuador de señal es lo que llamaríamos un divisor de tensión.

Divisor de tensión:

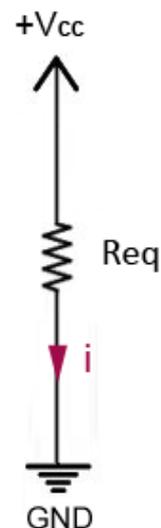
Un divisor de tensión es una configuración de circuito eléctrico que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas en serie.

En electrónica y electricidad se usa para alimentar (proporcionar tensión de alimentación) a un aparato, con una tensión más pequeña que la que proporcionan las pilas o baterías disponibles.

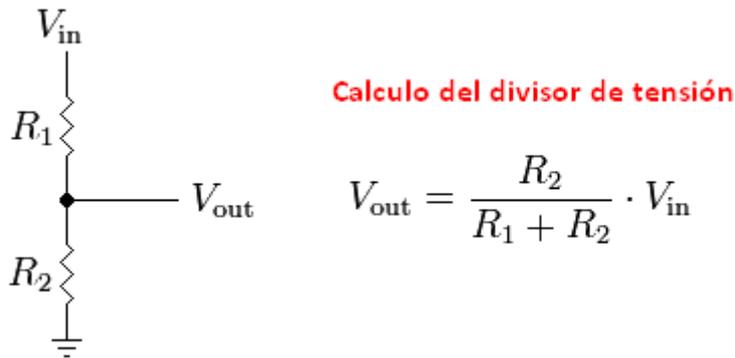
DIVISOR DE TENSIÓN



CIRCUITO EQUIVALENTE



Fórmula del divisor de tensión:



Inicialmente para el divisor de tensión se hicieron varios cálculos para las tensiones más utilizadas en los equipos rectificadores de señal y cargadores de baterías, por lo que a diferentes tensiones, varían las resistencias que hay que utilizar para obtener la tensión deseada.

La tensión deseada a la salida del divisor de tensión será de 12V, tensión a la cual queremos que se alimente la High Ripple Card, ya que no dañaría sus componentes electrónicos.

Por las necesidades de la empresa la entrada de tensión para los equipos rectificadores y cargadores de señal, la tensión de entrada en ningún caso superará los 300 V como señal de entrada.

Unos ejemplos de diferentes entradas de tensión a la cual se puede someter la tarjeta serían;

48V:

$V_{in} = 48 \text{ V}$; $V_{out} = 12 \text{ V}$

Aplicando la fórmula:

$R_1 = 45000 \ \Omega$; $R_2 = 15000 \ \Omega$

Estos serían los valores teóricos, pero como a la hora de la práctica se necesitan usar los valores de las resistencias normalizadas, los valores del divisor de tensión quedarían de la siguiente manera:

$V_{in} = 48 \text{ V}$; $R_1 = 47 \text{ K } \Omega$; $R_2 = 15 \text{ K } \Omega$; $V_{out} = 11,61 \text{ V}$

O bien con una configuración diferente, dependiendo si preferimos no llegar al voltage óptimo deseado o no excedernos del voltage óptimo deseado

$V_{in} = 48 \text{ V}$; $R_1 = 39 \text{ K } \Omega$; $R_2 = 15 \text{ K } \Omega$; $V_{out} = 13,33 \text{ V}$

70V:

$$V_{in} = 70 \text{ V} ; V_{out} = 12 \text{ V}$$

Aplicando la fórmula:

$$R_1 = 58000 \ \Omega ; R_2 = 12000 \ \Omega$$

Estos serían los valores teóricos, pero como a la hora de la práctica se necesitan usar los valores de las resistencias normalizadas, los valores del divisor de tensión quedarían de la siguiente manera:

$$V_{in} = 70 \text{ V} ; R_1 = 56 \text{ K } \Omega ; R_2 = 12 \text{ K } \Omega ; V_{out} = 12,35 \text{ V}$$

O bien con una configuración diferente, dependiendo si preferimos no llegar al voltaje óptimo deseado o no excedernos del voltaje óptimo deseado

$$V_{in} = 70 \text{ V} ; R_1 = 56 \text{ K } \Omega ; R_2 = 10 \text{ K } \Omega ; V_{out} = 10,61 \text{ V}$$

300V:

$$V_{in} = 300 \text{ V} ; V_{out} = 12 \text{ V}$$

Aplicando la fórmula:

$$R_1 = 288000 \ \Omega ; R_2 = 12000 \ \Omega$$

Estos serían los valores teóricos, pero como a la hora de la práctica se necesitan usar los valores de las resistencias normalizadas, los valores del divisor de tensión quedarían de la siguiente manera:

$$V_{in} = 300 \text{ V} ; R_1 = 330 \text{ K } \Omega ; R_2 = 15 \text{ K } \Omega ; V_{out} = 13,04 \text{ V}$$

O bien con una configuración diferente, dependiendo si preferimos no llegar al voltaje óptimo deseado o no excedernos del voltaje óptimo deseado

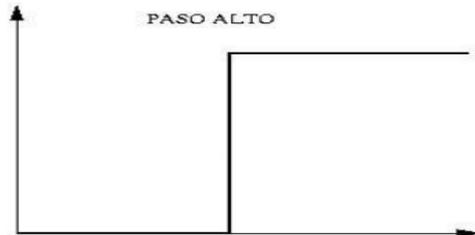
$$V_{in} = 300 \text{ V} ; R_1 = 270 \text{ K } \Omega ; R_2 = 12 \text{ K } \Omega ; V_{out} = 12,77 \text{ V}$$

Las resistencias utilizadas son del orden de K Ω , por el hecho de reducir la potencia a la cual las resistencias se pueden dañar, podríamos usar resistencias del orden de Ω , pero la potencia en vatios W sería mucho mayor. Al usar resistencias del orden de K Ω las potencias que circularan por nuestro circuito serán del orden de miliwatios por lo que a la hora de elegir las resistencias ideales mirando la potencia consumida serán solamente de $\frac{1}{4}$ de watio o para más seguridad se usarían como mucho las de $\frac{1}{2}$ watio.

1.3.1.2. Filtro Paso Alto Activo (FPA)

Un filtro paso alto (HPF) es un tipo de filtro electrónico en cuya respuesta en frecuencia se atenúan las componentes de baja frecuencia pero no las de alta frecuencia, éstas incluso pueden amplificarse en los filtros activos. La alta o baja frecuencia es un término relativo que dependerá del diseño y de la aplicación.

La gráfica que define este filtro en su forma ideal sería:



El filtro paso alto es un circuito RC en serie en el cual la salida es la caída de tensión en la resistencia.

Si se estudia este circuito con componentes ideales para frecuencias muy bajas - continua por ejemplo- se tiene que el condensador se comporta como un circuito abierto, por lo que no dejará pasar la corriente a la resistencia, y su diferencia de tensión será cero. Para una frecuencia muy alta, idealmente infinita, el condensador se comportará como un circuito cerrado, es decir, como si no estuviera, por lo que la caída de tensión de la resistencia será la misma tensión de entrada, lo que significa que dejaría pasar toda la señal. Por otra parte, el desfase entre la señal de entrada y la de salida si que varía, como puede verse en la imagen.

El producto de resistencia por condensador ($R \times C$) es la constante de tiempo, cuyo recíproco es la frecuencia de corte, es decir, donde el módulo de la respuesta en frecuencia baja 3dB respecto a la zona pasante:

Para la elección del mejor filtro paso alto para la High Ripple Card se han sopesado varios tipos de configuración, es decir hemos barajado la posibilidad de que fuera de 1er o 2º orden, con una configuración Butterworth o Sallen-Key

Finalmente ayudado de la herramienta FilterPro se ha elegido el filtro activo paso alto que mas se ajustaba a nuestros requisitos y necesidades.

¿Qué es FilterPro?

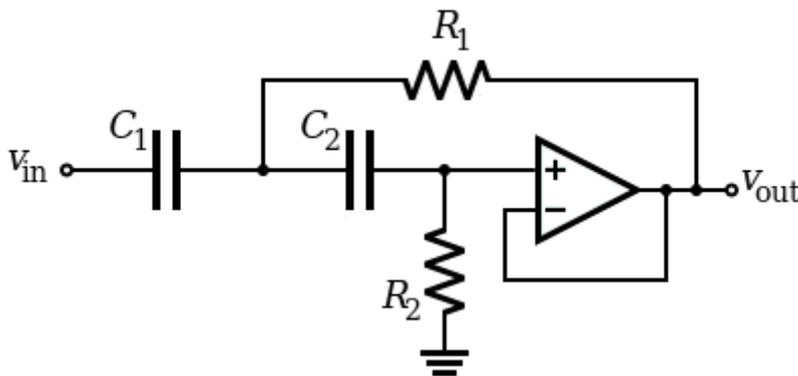
FilterPro 3.1 es un software de diseño de filtros activos gratuito de Texas Instruments. Esta nueva versión ofrece una interfaz de usuario renovada y un motor de diseño más robusto y preciso. Con el que es posible variar las tolerancias de los componentes, ver en tiempo real las modificaciones y exportar los datos a una planilla de cálculo Excel.

FilterPro permite a los diseñadores crear y editar diseños de filtros activos fácilmente usando el Asistente de diseño de filtros. El software está disponible para su descarga en forma totalmente gratuita, solo será necesario crear una cuenta en el sitio de Texas Instruments. Para poder ejecutarlo es necesario tener instalado Windows XP SP3 y Microsoft .NET Framework 3.5.

Para nuestro caso hemos elegido un filtro paso alto de 2° orden con una estructura determinada llamada Butterworth.

Se ha hecho un análisis de la arquitectura Butterworth, presentando, no solo los lineamientos teóricos, sino también los aspectos prácticos que se deben tener en cuenta para obtener el funcionamiento esperado. Teóricamente, cualquier valor de R y C que satisfagan las ecuaciones puede ser utilizado, pero se deben tener en cuenta algunas consideraciones prácticas que tienen que ver con la disponibilidad de los valores encontrados. Además, teniendo una frecuencia de corte específica, los valores de C y R son inversamente proporcionales: a mayor valor de C se tiene un R menor y viceversa.

Filtro Paso Alto activo de segundo orden Butterworth:



$$H(s) = \frac{V_o}{V_i}$$

| n | Coeficientes de Butterworth | $s = j\omega / \omega_0$ |
|---|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1 | $s + 1$ | |
| 2 | $s^2 + 1,4142s + 1$ | |
| 3 | $(s + 1)(s^2 + s + 1)$ | |
| 4 | $(s^2 + 0,765s + 1)(s^2 + 1,848s + 1)$ | |
| 5 | $(s + 1)(s^2 + 0,618s + 1)(s^2 + 1,618s + 1)$ | |
| 6 | $(s^2 + 0,518s + 1)(s^2 + 1,414s + 1)(s^2 + 1,932s + 1)$ | |
| 7 | $(s + 1)(s^2 + 0,445s + 1)(s^2 + 1,247s + 1)(s^2 + 1,802s + 1)$ | |
| 8 | $(s^2 + 0,390s + 1)(s^2 + 1,111s + 1)(s^2 + 1,663s + 1)(s^2 + 1,962s + 1)$ | |

La función de transferencia de nuestra configuración para el filtro paso alto activo vendría dada por la siguiente fórmula matemática. Donde suele darse que $C_1 = C_2$.

$$F(s) = \frac{A_{\infty}}{\left(1 + \frac{a_1}{s} + \frac{b_1}{s^2}\right)}$$

$$F(s) = \frac{1}{1 + \frac{R_2 \cdot (C_1 + C_2)}{w_c \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2} \cdot \frac{1}{s} + \frac{1}{w_c^2 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C_1 \cdot C_2} \cdot \frac{1}{s^2}}$$

$$a_1 = \frac{2}{w_c \cdot R_1 \cdot C}$$

$$b_1 = \frac{1}{w_c^2 \cdot R_1 \cdot R_2 \cdot C^2}$$

$$R_1 = \frac{1}{\pi \cdot f_c \cdot C \cdot a_1}$$

$$R_2 = \frac{a_1}{4 \cdot \pi \cdot f_c \cdot C \cdot b_1}$$

Donde en nuestro caso particular de diseño tenemos los siguientes valores:

$$f_c = 30 \text{ Hz};$$

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_c = \frac{1}{RC} = 188,5 \text{ rad/s}$$

Coefficientes de butterworth $\rightarrow a_1 = 1$; $b_1 = 1,4142$

$$R_1 = 2 \cdot R_2 ; R_2 = \frac{R_1}{2}$$

Despejando el valor de los condensadores C , tenemos en relación a R_1 y R_2

$C = \frac{0,0075}{R_1} = \frac{0,00375}{R_2} \rightarrow$ Elegimos un valor normalizado para C el cual se ajuste a nuestras características y nos permita diseñar con exactitud que resistencias serán las ideales.

$$C = 220 \text{ nF}$$

Lo que nos permite calcular el valor teórico de las resistencias:

$$R_1 = \frac{0,0075}{220 \cdot 10^{-9}} = 34,09 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = \frac{0,00375}{220 \cdot 10^{-9}} = 17,45 \text{ K}\Omega$$

Como para nuestro diseño tenemos que usar valores de resistencias normalizados, para un posterior montaje real elegimos los valores más próximos a los teóricos.

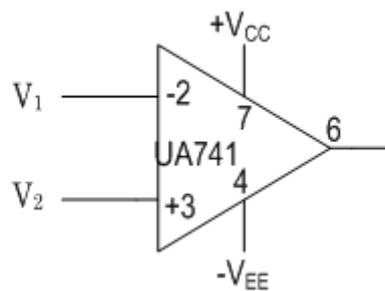
$$R_1 = 33 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 18 \text{ K}\Omega$$

El amplificador operacional elegido inicialmente para el filtro paso alto activo y que cumplía los requisitos técnicos es el A.O. UA741, ya que al tener el divisor de tensión, la tensión no podía ser mayor que la que soporta este modelo de amplificador operacional.

A.O UA741 :

El UA 741 es un elemento electrónico encapsulado de ocho pines. Este es un Amplificador Operacional, que es conocido como el mejor dispositivo en la electrónica, debido a la gran cantidad de funciones que posee, a que es muy barato y sencillo de usar, el uA741 ha tenido un enorme éxito.



Características del UA741 :

No. de amplificadores operacionales: 1

Voltaje de alimentación max: $\pm 22 \text{ V}$

Ancho de banda típico: 1 MHz

Slew rate típico: $0.5 \text{ V}/\mu\text{s}$

Voltaje offset de entrada típico: 1 mV

Entradas de ajuste de offset

Compensado en frecuencia internamente

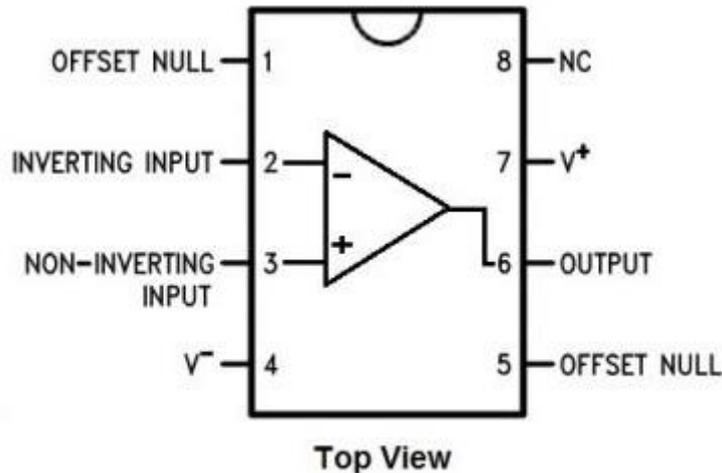
Alta ganancia

Salida no sufre de latch-up

Salida protegida contra corto circuito continuo

Encapsulado: DIP 8 pines

Configuración de los pines del UA741:



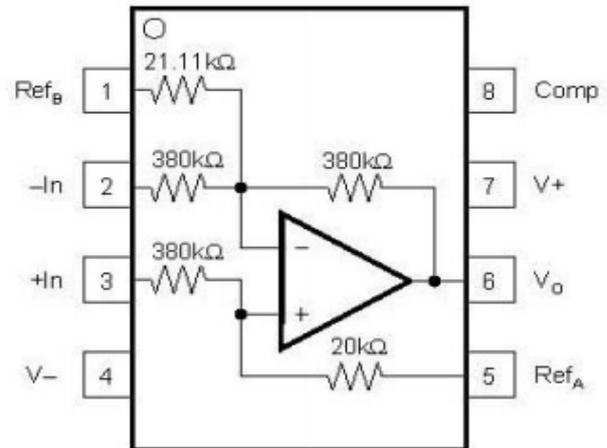
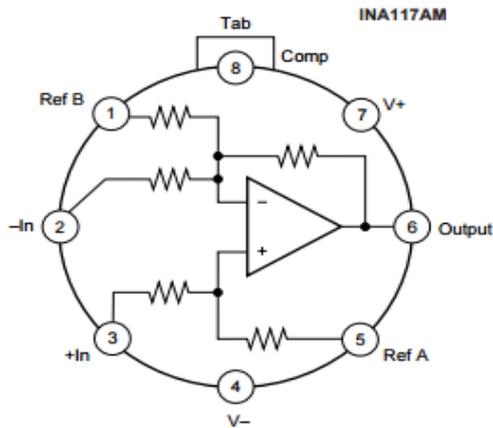
Durante el proceso de diseño el cual va enfocado para las necesidades de los clientes de la empresa para la cual es el estudio y trabajo de la High Ripple Card, se decidió que la entrada máxima de tensión para los equipos rectificadores de señal y cargadores de baterías no sería superior a los 200V, por lo que las características técnicas del proceso cambiaban y se podían optar por otras soluciones a la hora de escoger el material electrónico necesario, para cubrir las necesidades, esto afectaría principalmente a esta etapa del filtro paso alto activo (FPA), ya que el correcto funcionamiento de este sí que depende de la tensión de entrada recibida, ya que es el encargado de filtrar la señal y dejar la señal deseada que queremos que recorra nuestro circuito.

Al rebajar la posible entrada de tensión máxima a la tarjeta de 300V a los 200V que es el máximo actualmente, se pensó y valoro la posibilidad de utilizar un amplificador operacional diferente para la etapa, ya que es posible encontrar un amplificador operacional que soporte ese voltaje máximo con el que trabajamos ahora, por lo que evitaríamos tener que usar como primer paso del circuito un atenuador de señal o divisor de tensión, reduciendo así la modificación de la señal de rizado la cual puede verse afectada por el atenuador de señal, así como evitar el cambio y elección de las resistencias que se usarían para el divisor de tensión. La única desventaja sería el coste de este nuevo operacional, que es bastante más alto que el actual UA741. Pero como solo se usaría uno por tarjeta en esta etapa de filtro paso alto activo, en el resto de etapas del circuito ya lo recorrería una tensión filtrada y más baja, y la comodidad a la hora de fabricación y elección del resto de los componentes es mayor, tras deliberarlo se optó por cambiar el amplificador operacional. Este nuevo amplificador operacional usado para la etapa es el INA117, capaz de soportar tensiones mucho más altas que el anterior.

A.O. INA117:

El INA117 es un elemento electrónico encapsulado de ocho pines. Este es un Amplificador Operacional, que es conocido como uno de los amplificadores mas resistentes, debido a la gran cantidad de voltaje que permite en sus entradas y es sencillo de usar.

Esquema y diagrama de pines del A.O. INA117:



Resumen de Características del A.O. INA117:

- Rango de entradas modo común: $\pm 200V$ ($V_S = \pm 15V$)
- Protected inputs: $\pm 500V$ Common-Mode $\pm 500V$ Diferencial
- Ganancia unitaria: 0.02% Error máximo de ganancia
- No linealidad: 0.001% max
- CMRR: 86dB min

Valores máximos del A.O. INA117:

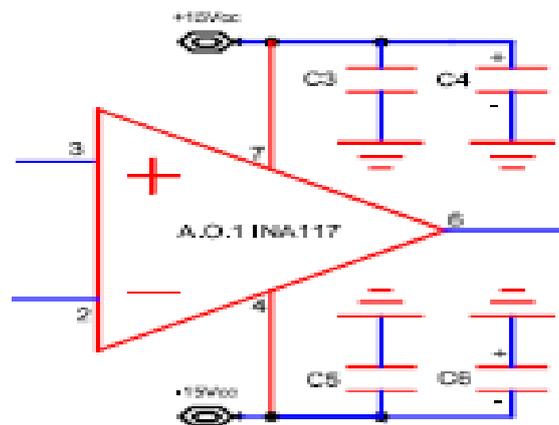
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| | |
|-----------------------------------------|--------------------------|
| Supply Voltage | $\pm 22V$ |
| Input Voltage Range, Continuous | $\pm 200V$ |
| Common-Mode and Differential, 10s | $\pm 500V$ |
| Operating Temperature | |
| M Metal TO-99 | -55 to $+125^{\circ}C$ |
| P Plastic DIP and U SO-8 | -40 to $+85^{\circ}C$ |
| Storage Temperature | |
| M Package | -65 to $+150^{\circ}C$ |
| P Plastic DIP and U SO-8 | -55 to $+125^{\circ}C$ |
| Lead Temperature (soldering, 10s) | $+300^{\circ}C$ |
| Output Short Circuit to Common | Continuous |

Los pines 4 y 7 del amplificador operacional INA117 corresponden a las entradas de tensión negativa y positiva respectivamente, para el diseño se alimentaran a una tensión de -15V para la entrada en el pin 4 y de +15V para el pin 7.

Para un correcto funcionamiento y evitar posibles errores se conectan a dichas entradas en paralelo dos condensadores por pin del amplificador operacional que mantendrán con una estabilidad adecuada los diferentes valores de tensión e intensidad que recorren el circuito. Estos dos condensadores conectados por entrada de cada pin serán un condensador cerámico de 110nF con un extremo a la alimentación de +15 y el otro extremo conectado a masa, y el segundo condensador conectado en paralelo al anterior será un condensador electrolítico de 1uF, por lo que tendremos que tener en cuenta la parte positiva y negativa de este, la parte positiva estará conectada a la fuente de alimentación de +15V y la parte negativa a masa. En el caso del pin que se alimenta a -15V el sistema de conexionado será el mismo, con la pequeña variación de que este último condensador electrolítico irá conectado la parte negativa a la fuente de alimentación de -15V y la parte positiva del condensador a masa.

Visualmente el esquema eléctrico de esta conexión de fuente de alimentación y condensadores con su amplificador operacional:



$$C3 = C5 = 110 \text{ nF}$$

$$C4 = C6 = 1 \text{ uF}$$

1.3.1.3. Rectificador activo de precisión de onda completa

Un rectificador de onda completa es un circuito empleado para convertir una señal de corriente alterna de entrada (V_i) en corriente continua de salida (V_o) pulsante. A diferencia del rectificador de media onda, en este caso, la parte negativa de la señal se convierte en positiva o bien la parte positiva de la señal se convertirá en negativa, según se necesite una señal positiva o negativa de corriente continua.

Nuestro siguiente bloque del esquema viene dado por la necesidad de tener que rectificar nuestra señal de onda, para que nos aparezca como una onda completa en el

plano positivo de la señal, por lo que será imprescindible que esta señal incluya un sumador de doble onda que nos permita ver siempre la señal en valores positivos.

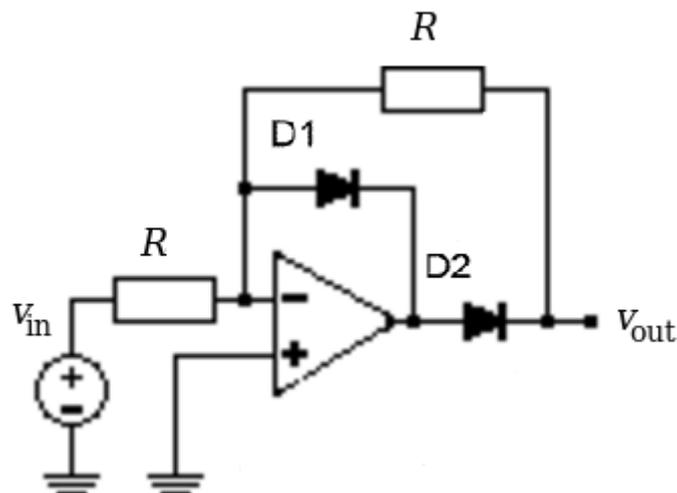
Los rectificadores de precisión convencionales tienen problema al rectificar tensiones pequeñas. La caída de tensión de los diodos introduce un error muy significativo en el proceso.

Cuando se analiza los rectificadores de media onda o rectificador de onda completa para fuentes de alimentación, se puede notar que en casi todos los casos se desprecia la caída de tensión que hay en los diodos (0.7 voltios aprox.).

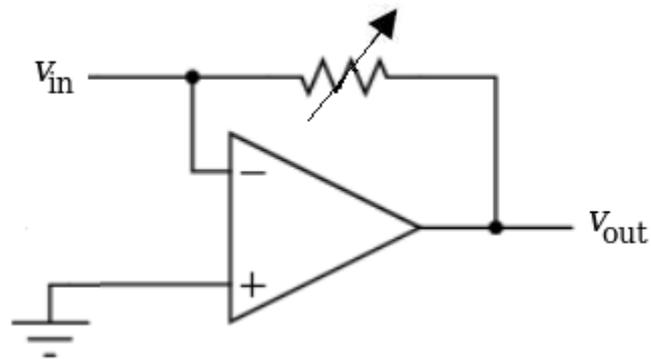
Cuando se rectifica señales alternas de 110 ó 220 voltios, despreciar 0.7 voltios no es problema. Pero cuando se trata de rectificar una señal alterna de una amplitud mucho menor (en el orden de los milivoltios), esta caída en el diodo es importante, y más, si la señal a rectificar tiene una amplitud menor a la tensión de diodo polarizado en directo (0.7 V.). Para poder rectificar estas tensiones tan pequeñas, se utiliza un amplificador operacional.

El usos de rectificadores activos basados en el AO (rectificadores de precisión) nos permite salvar este problema, permitiendo la rectificación de señales de muy pequeña amplitud sin problema.

Esquema del rectificador activo de precisión:



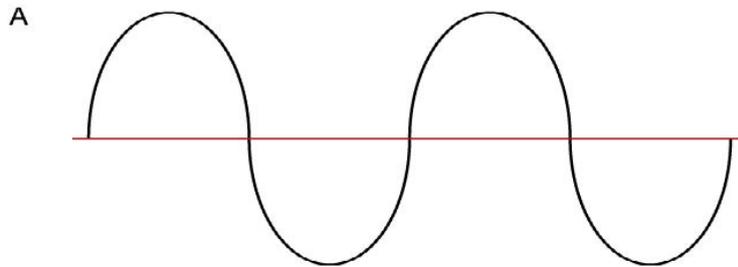
Esquema del sumador de doble onda:



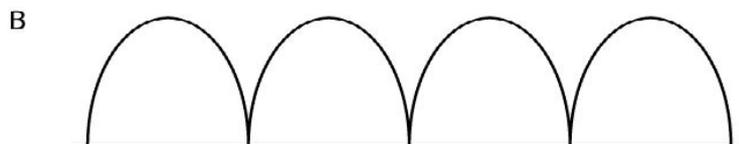
El Circuito Sumador es un circuito muy útil, basado en la configuración estándar del amplificador operacional inversor. Este circuito permite combinar múltiples entradas, es decir, permite añadir algebraicamente dos (o más) señales o voltajes para formar la suma de dichas señales.

La razón de utilizar un amplificador operacional para sumar múltiples señales de entrada, es evitar la interacción entre ellos, de modo que cualquier cambio en el voltaje de una de las entradas no tendrá ningún efecto sobre el resto de entradas.

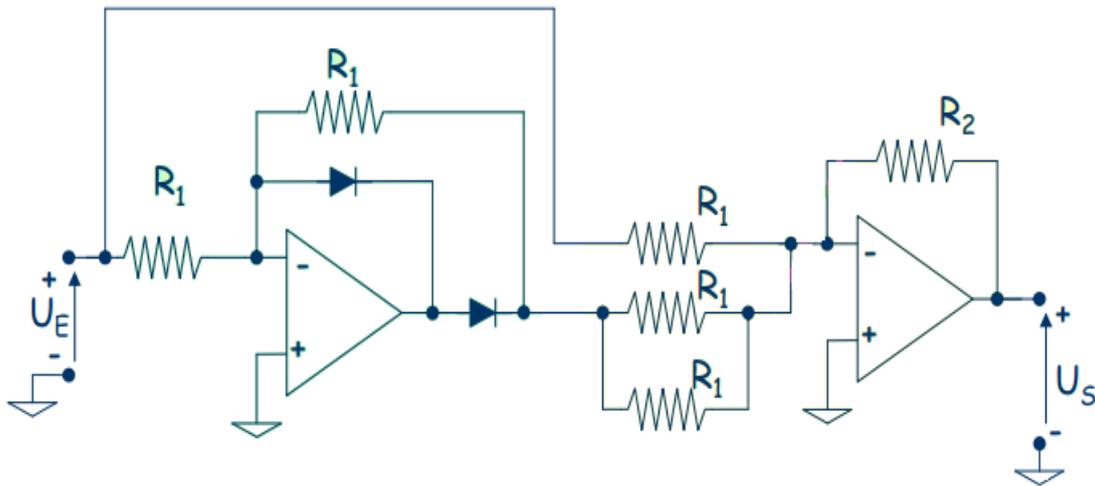
Onda senoidal :



Onda senoidal rectificada con el sumador de doble onda:



Esquema del rectificador activo de precisión más el sumador de doble onda:



Donde su expresión matemática es la siguiente:

$$U_S = -\frac{R_2}{R_1}U_E - \frac{R_2}{\frac{R_1}{2}}(-U_E) = \frac{R_2}{R_1}(-U_E + 2U_E) = -\frac{R_2}{R_1}|U_E|$$

Donde R1 es una resistencia fija y R2 es una resistencia variable o potenciómetro, para facilitar el funcionamiento del rectificador en las tensiones de entrada y salida que se usen según las especificaciones hemos asignado el valor unitario normalizada a R1 y una resistencia variable con suficiente resistencia máxima para R2.

$$R_1 = 1 \text{ K}\Omega$$

$$R_2 = 1 - 47 \text{ K}\Omega$$

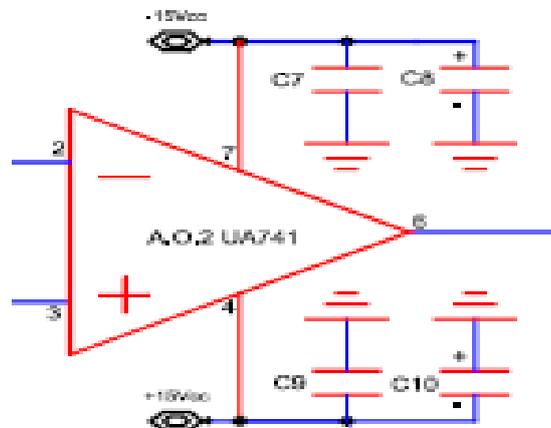
El amplificador operacional elegido para el rectificador activo de precisión activo y para el amplificador operacional que hace la función de sumador de doble onda, y que cumple los requisitos técnicos es el A.O. UA741, cuyas características y configuración se han descrito anteriormente.

A.O UA741

Los pines 4 y 7 del amplificador operacional UA741 corresponden a las entradas de tensión negativa y positiva respectivamente, para el diseño se alimentaran a una tensión de -15V para la entrada en el pin 4 y de +15V para el pin 7.

Para un correcto funcionamiento y evitar posibles errores se conectan a dichas entradas en paralelo dos condensadores por pin del amplificador operacional que mantendrán con una estabilidad adecuada los diferentes valores de tensión e intensidad que recorren el circuito. Estos dos condensadores conectados por entrada de cada pin serán un condensador cerámico de 110nF con un extremo a la alimentación de +15 y el otro extremo conectado a masa, y el segundo condensador conectado en paralelo al anterior será un condensador electrolítico de 1uF, por lo que tendremos que tener en cuenta la parte positiva y negativa de este, la parte positiva estará conectada a la fuente de alimentación de +15V y la parte negativa a masa. En el caso del pin que se alimenta a -15V el sistema de conexionado será el mismo, con la pequeña variación de que este último condensador electrolítico irá conectado la parte negativa a la fuente de alimentación de -15V y la parte positiva del condensador a masa.

Visualmente el esquema eléctrico de esta conexión de fuente de alimentación y condensadores con su amplificador operacional:



$$C7 = C9 = 110 \text{ nF}$$

$$C8 = C10 = 1 \text{ uF}$$

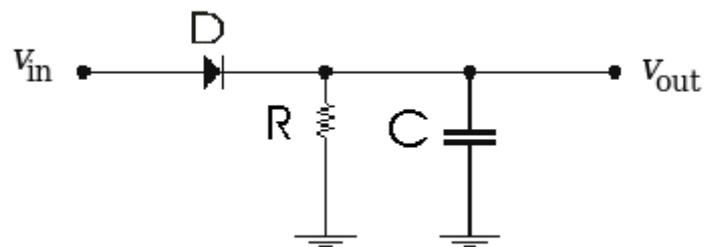
1.3.1.4. Detector de pico de precisión activo:

Un detector de pico será un circuito capaz de detectar los valores máximos de una señal física dentro de un rango de valor mínimo y máximo para esta señal previamente definidos.

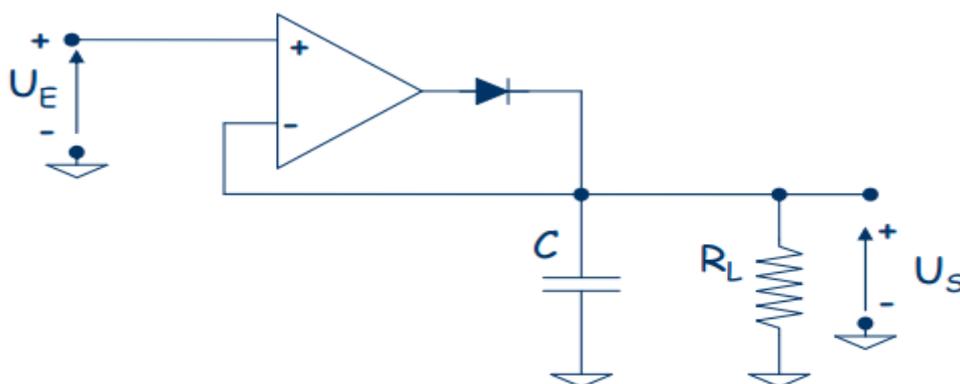
Este circuito está diseñado para aliviar al microprocesador de realizar la tarea de detección de pico de una señal analógica. También evita los problemas típicos asociados generalmente con los detectores de pico analógicos, cómo son: el tiempo de mantenimiento limitado, la sensibilidad a los parámetros del condensador de mantenimiento y a encontrar un amplificador buffer de alta velocidad e impedancia "infinita". Además, este circuito se encarga de la tarea de conversión analógica a digital sin un convertidor analógico digital dedicado.

La función de un detector de AM es desmodular la señal de AM, recuperar y reproducir la información de la fuente original. Y debe tener las mismas características relativas de amplitud. La siguiente figura muestra un diagrama esquemático para un demodulador de AM sencillo no coherente, que se llama comúnmente detector de picos.

Esquema de versión con diodo:



Debemos tener en cuenta el error introducido por el diodo, y como nuestro detector de pico debe de ser activo, se ha escogido la opción de trabar con un amplificador operacional y el cual elimina el error introducido por el diodo, quedando el esquema en base al A.O. de la siguiente manera:



Pero para nuestro detector de pico de nuestro diseño de la High Ripple Card deberá tener a la salida del mismo un amplificador operacional que actúe como buffer amplificador.

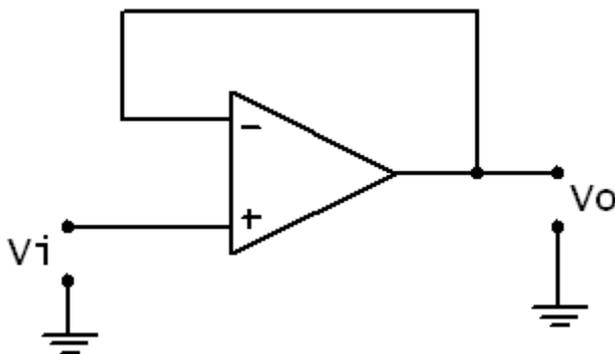
Un buffer amplificador es un dispositivo electrónico que sirve para hacer adaptación de impedancias entre circuitos. Existen 2 tipos básicos de buffers, de corriente y de voltaje.

En nuestro diseño de la tarjeta electrónica, usaremos el buffer de voltaje.

El buffer de voltaje se utiliza para transferir una tensión de un primer circuito, que tiene un nivel de salida de alta impedancia, a un segundo circuito con un nivel de entrada de baja impedancia. El buffer impide que el segundo circuito cargue demasiado al primero, provocando un funcionamiento incorrecto. En un buffer ideal, la resistencia de entrada es infinita y la resistencia de salida es 0. En un buffer de voltaje, la ganancia suele ser 1, el voltaje no varía.

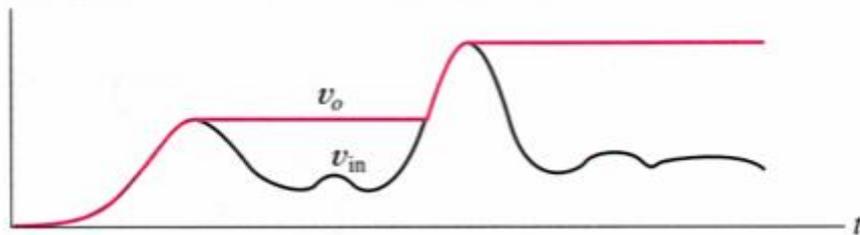
Un buffer de ganancia unidad se puede construir con un amplificador operacional seguidor de tensión. La señal se introduce por la entrada no inversora del amplificador operacional (V_{in}). A causa de la realimentación de la entrada inversora con la señal de salida, se obtiene la señal de entrada con ganancia de 1.

Esquema de un buffer de voltaje:



Donde la V_i será la señal de salida (V_o) del detector de pico de precisión descrito anteriormente.

La unión en serie del detector de pico más el buffer presenta una señal de onda típica como la que se muestra en la siguiente figura:



Para la designación de los valores de la resistencia y la capacidad del condensador se ha tomado en cuenta el valor de la frecuencia, para la cual se hacen los cálculos.

$$f = 300 \text{ Hz}$$

$$T = 1/f = 0,0033 \text{ s}$$

$$T = R \cdot C \approx 2 T \text{ ó } 3 T$$

Para que se cumpla esa relación hemos decidido asignar los valores teóricos a la resistencia y al condensador.

$$R = 70 \text{ K}\Omega ; C = 470 \text{ nF} ; \text{ donde se cumple } T = R \cdot C \rightarrow 0.0033 = 70000 \cdot 470 \cdot 10^{-9}$$

Estos serían los valores teóricos, pero como a la hora de la práctica se necesitan usar los valores de las resistencias normalizadas, los valores del detector de pico de precisión activo quedarían de la siguiente manera:

$$R = 82 \text{ K}\Omega$$

$$C = 470 \text{ nF}$$

El amplificador operacional elegido para el rectificador activo de precisión activo y para el amplificador operacional que hace la función de sumador de doble onda, y que cumple los requisitos técnicos es el A.O. UA741, cuyas características y configuración se han descrito anteriormente.

A.O UA741

Como en el amplificador operacional UA741 anterior, también se usan condensadores con los mismos valores y conexiones.

$$C11 = C13 = 110 \text{ nF}$$

$$C12 = C14 = 1 \text{ uF}$$

1.3.1.5. Comparador de tensiones:

Los comparadores, son circuitos no lineales que, sirven para comparar dos señales (una de las cuales generalmente es una tensión de referencia) y para determinar cuál de ellas es mayor o menor.

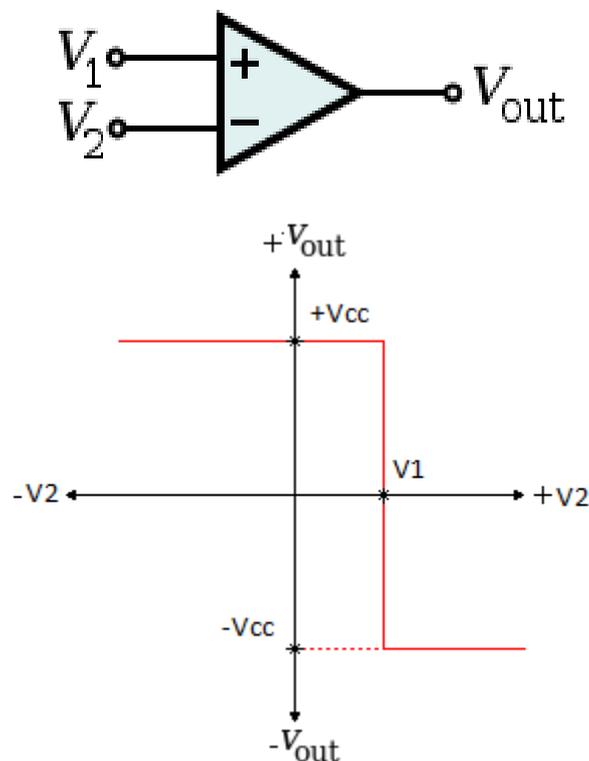
En un circuito electrónico, se llama comparador a un amplificador operacional en lazo abierto (sin realimentación entre su salida y su entrada) y suele usarse para comparar una tensión variable con otra tensión fija que se utiliza como referencia.

Como todo amplificador operacional, un comparador estará alimentado por dos fuentes de corriente continua (+Vcc, -Vcc). El comparador hace que, si la tensión de entrada en el borne positivo (V1) es mayor que la tensión conectada al borne negativo (V2), la salida (Vout) será igual a +Vcc. En caso contrario, la salida tendrá una tensión -Vcc. Lo podemos resumir de la siguiente manera: (suponiendo que V2 es la tensión de referencia)

Si: $V_1 > V_2 \Rightarrow (V_1 - V_2) > 0 \Rightarrow V_{out} = +V_{cc}$.

Si: $V_1 < V_2 \Rightarrow (V_1 - V_2) < 0 \Rightarrow V_{out} = -V_{cc}$.

Esquema del comparador básico y su correspondiente gráfica del comportamiento de la señal:



En este circuito, se alimenta el amplificador operacional con dos tensiones $+V_{cc} = 15V$ y $-V_{cc} = -15 V$. Se conecta la patilla V_+ del amplificador a masa (tierra) para que sirva como tensión de referencia, en este caso $0 V$. A la entrada V_- del amplificador se conecta una fuente de tensión (V_i) variable en el tiempo, en este caso es una tensión sinusoidal.

Hay que hacer notar que la tensión de referencia no tiene por qué estar en la entrada V_+ , también puede conectarse a la patilla V_- , en este caso, se conectaría la tensión que queremos comparar con respecto a la tensión de referencia, a la entrada V_+ del amplificador operacional.

A la salida (V_o) del amplificador operacional puede haber únicamente dos niveles de tensión que son en este caso 15 o $-15 V$ (considerando el AO como ideal, si fuese real las tensiones de salida serían algo menores).

Cuando la tensión sinusoidal V_i toma valores positivos, el amplificador operacional se satura a negativo; esto significa que como la tensión es mayor en la entrada V_- que en la entrada V_+ , el amplificador entrega a su salida una tensión negativa de $-15 V$.

El comparador elegido para nuestra tarjeta electrónica High Ripple Card es el que contiene el amplificador operacional LM311

A.O LM311 :

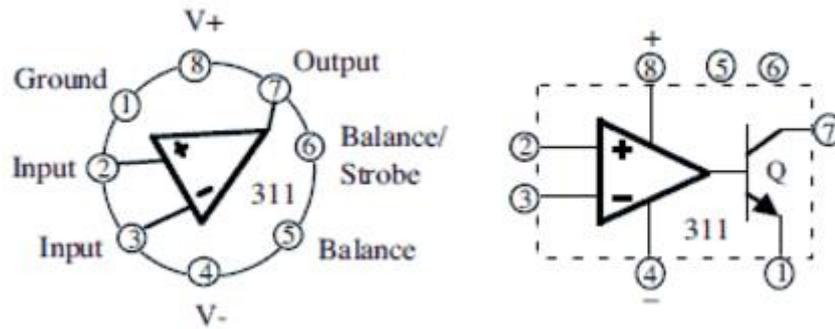
Los comparadores monolíticos tienen una estructura similar a los OAs, excepto que utiliza unas técnicas circuitales especiales que mejoran la velocidad y facilitan la interfase de salida para hacerlo compatible con otros circuitos.

Un parámetro importante de un comparador es su respuesta temporal definida como el tiempo necesario en alcanzar el 50% del nivel de salida cuando se aplica un escalón a la entrada. Los comparadores típicos tienen tiempos que varían entre 50 y $200ns$.

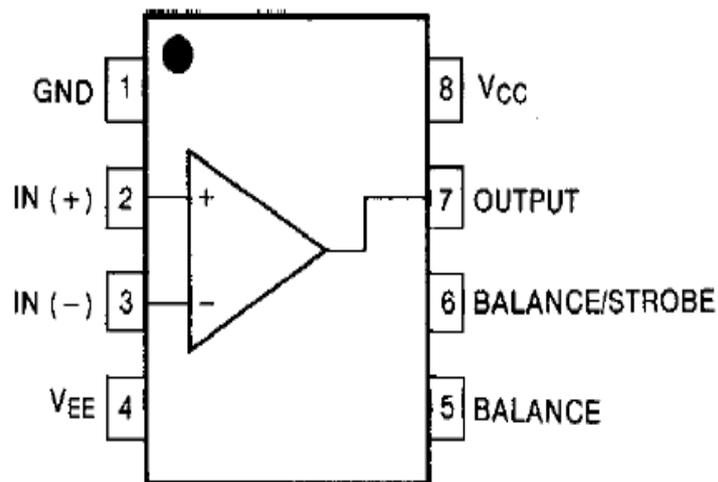
La serie 311 de semiconductor es una de las familias más populares en comparadores integrados. Puede operar con tensiones duales de $\pm 15 V$ o con tensión simple de $+5 V$ y la salida es en colector abierto (open-colector) con tensiones de alimentación independientes para seleccionar los niveles de tensión de salida.

Posee además un circuito de protección que limita la intensidad máxima de salida a $50mA$. Las correcciones de offset se puede realizar mediante un potenciómetro variable conectado a las entradas 5 y 6 , similar a la técnica utilizada en amplificadores operacionales.

Esquema y diagrama de pines del A.O. LM311:



LM311 Pinout



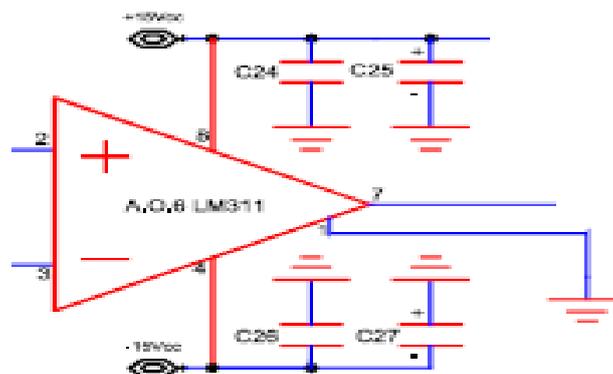
Características del A.O LM311:

| Características | |
|---------------------------------|------------|
| Response Time, typ (ns) | 100 |
| Supply Voltage, min/max (Volt) | 5/36 |
| Supply Current (mA) | 5.1 |
| Output Type | Open Drain |
| Output Current, typ (mA) | 50 |
| V _{OS} , Room max (mV) | 7.5 |
| Input Bias Current, max (nA) | 300 |

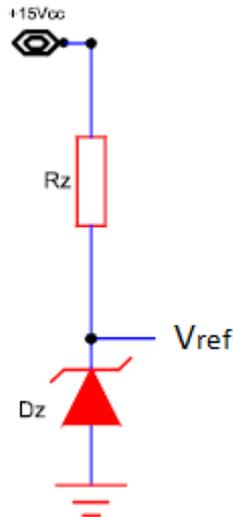
Los pines 4 y 8 del amplificador operacional LM311 corresponden a las entradas de tensión negativa y positiva respectivamente, para el diseño se alimentaran a una tensión de -15V para la entrada en el pin 4 y de +15V para el pin 8.

Para un correcto funcionamiento y evitar posibles errores se conectan a dichas entradas en paralelo dos condensadores por pin del amplificador operacional que mantendrán con una estabilidad adecuada los diferentes valores de tensión e intensidad que recorren el circuito. Estos dos condensadores conectados por entrada de cada pin serán un condensador cerámico de 110nF con un extremo a la alimentación de +15 y el otro extremo conectado a masa, y el segundo condensador conectado en paralelo al anterior será un condensador electrolítico de 1uF, por lo que tendremos que tener en cuenta la parte positiva y negativa de este, la parte positiva estará conectada a la fuente de alimentación de +15V y la parte negativa a masa. En el caso del pin que se alimenta a -15V el sistema de conexionado será el mismo, con la pequeña variación de que este último condensador electrolítico irá conectado la parte negativa a la fuente de alimentación de -15V y la parte positiva del condensador a masa. En este amplificador operacional deberemos conectar a masa el pin 1.

Visualmente el esquema eléctrico de esta conexión de fuente de alimentación y condensadores con su amplificador operacional:



La conexión del comparador con el resto del circuito de la High Ripple Card, viene dada con que la tensión de entrada del comparador, la cual es la que se va a comparar con la otra señal de entrada del comparador y que será la tensión de referencia, es la que se recibe de la salida de la anterior etapa del proceso, es decir, de la etapa detectora de pico de precisión activo, mientras que la tensión de referencia viene dada por la conexión de una fuente de alimentación de 15 V que recorrerá una resistencia R_z y un diodo zener D_z que irá conectado el ánodo o parte positiva a masa y el cátodo o parte negativa a la resistencia R_z donde en el nudo en el que se juntan se obtendrá la tensión de referencia que entre a la entrada del amplificador operacional LM311 como se muestra en el esquema eléctrico de la siguiente figura:



Al ser el diodo Zener un elemento tan preciso, su principal uso es el de regular la tensión (conseguir un voltaje muy exacto) que le llega a un determinado componente, como es una resistencia de carga.

El problema reside en que tienes un circuito al que vas a conectar algo (vas a variar su resistencia de carga). Como lo que estamos haciendo es conectar una resistencia, el circuito va a ver modificado su corriente y, a su vez, esa modificación de la corriente puede variar el voltaje. Añadir un diodo Zener hará que, aun que varíe la corriente, el voltaje permanezca constante. Hay que asegurarse de que todos los valores estén dentro de los márgenes de funcionamiento (para que no fundas el Zener si te pasas de potencia, te quedes por debajo del voltaje de funcionamiento V_z , etc).

La resistencia que se puede ver en paralelo con el diodo Zener es la que antes denominé resistencia de carga o resistencia de Zener R_z y que, en este caso, será el elemento sobre el que tener regulado el voltaje.

La elección del diodo Zener que se ha escogido para nuestro montaje es un diodo Zener de 5,1 V que es uno de sus valores normalizados.

$$V_z = 5,1 \text{ V}$$

$$I_z = 5 \text{ mA}$$

La elección tiene su razón basada en el diseño de nuestra tarjeta electrónica, que como hemos descrito en apartados anteriores, la señal de entrada máxima de tensión es de 300V, y la señal de rizado que queremos analizar no podrá superar el 5% del valor máximo, que en este caso, el 5% de 300 serían 15 V, con los valores de la fuente de alimentación de 15 V y la elección del diodo Zener de 5,1 V, ya que la ganancia

siempre depende del rizado que haya, y sabiendo la corriente mínima que circulara por el diodo Zener, podemos calcular la resistencia de Zener R_Z :

$$R_Z = \frac{V}{I} = \frac{(15-5,1)}{5 \cdot 10^{-3}} = 1980 \Omega$$

Para el montaje real hemos elegido la resistencia R_Z con valor normalizado de 1,8 k Ω

$$R_Z = 1,8 \text{ k}\Omega$$

1.3.1.6. Visualizador de la alarma:

Este es el último bloque que forma la tarjeta controladora del rizado, High Ripple Card, es su etapa final, que es la que se encargara de comunicar analógicamente si la señal la cual está analizando se comporta de manera adecuada para las especificaciones de los clientes de los equipos rectificadores de señal o si por lo contrario hay alguna anomalía, la cual debe ser revisada o estudiada por los técnicos de la empresa para el correcto funcionamiento de los equipos.

Para este apartado se propusieron opciones posibles, que se podían probar en el prototipo que estaba diseñando, se trata de conectar un elemento señalizador a la salida de la última etapa diseñada para el proyecto, es decir a la salida del comparador, esa tensión de salida del comparador determinara si el elemento ha de señalar una alarma o no.

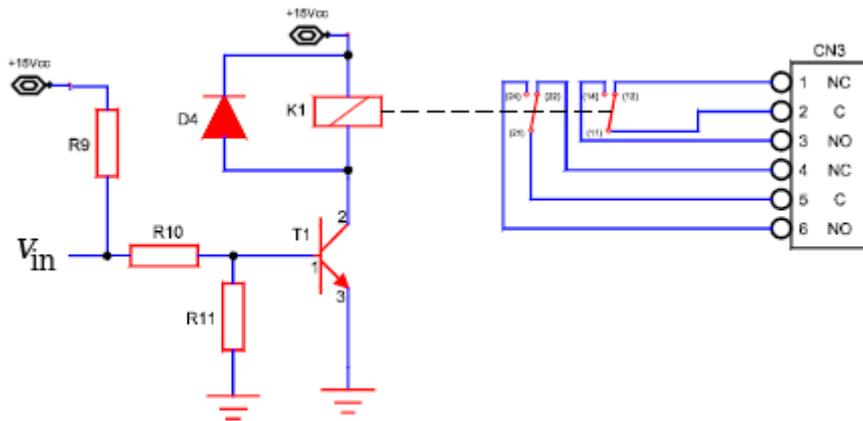
La primera prueba fue con un simple led rojo, por su fácil identificación de señalización, el cual permanecía siempre apagado a no ser que la señal de corriente alterna que los equipos tienen que rectificar, produjera una señal de rizado superior al tanto por ciento deseado por las especificaciones técnicas del equipo, en este caso el led se encendía y permanecía encendido, de esta forma sin necesidad de tener que medir con un polímetro se sabe si la señal de rizado que contiene el equipo es mayor que la deseada.

Para la segunda prueba que fue la que finalmente se usó para el prototipo que más tarde se produciría se usó un relé de 12V con dos contactos conmutados, al que le se le conecta un diodo en paralelo que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido, por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un circuito cerrado con una resistencia eléctrica muy pequeña.

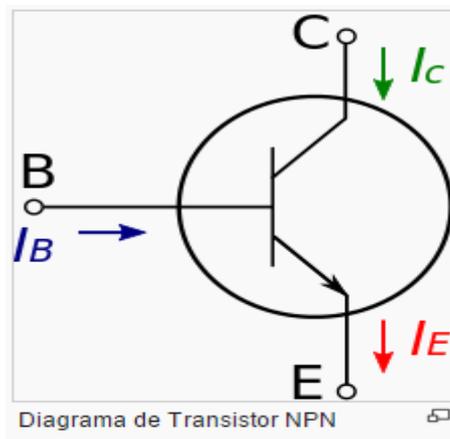
Esta conexión en paralelo diodo-relé estará alimentada a 15V y conectada por el otro extremo al colector de un transistor NPN, el cual se usará para recibir la señal que viene del comparador, ya que el transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada.

A la base del transistor se conectan dos resistencias en serie alimentadas por una fuente de 15V y que a la vez van conectadas en paralelo a una tercera resistencia con conexión a masa.

El circuito completo de esta última etapa del diseño analógico de la High Ripple Card es el siguiente:



El transistor NPN propuesto es el BDx53c, su diagrama y sus características eléctricas específicas son:



BDX53C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Symbol | Parameter | Value | | Unit | |
|-----------|--------------------------------------------------|------------|--------|------------------|--------|
| | | NPN | BDX53B | | BDX53C |
| | | PNP | BDX54B | | BDX54C |
| V_{CBO} | Collector-Base Voltage ($I_E = 0$) | 80 | 100 | V | |
| V_{CEO} | Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$) | 80 | 100 | V | |
| V_{EBO} | Emitter-base Voltage ($I_C = 0$) | 5 | | V | |
| I_C | Collector Current | 8 | | A | |
| I_{CM} | Collector Peak Current (repetitive) | 12 | | A | |
| I_B | Base Current | 0.2 | | A | |
| P_{Tot} | Total Dissipation at $T_c \leq 25^\circ\text{C}$ | 60 | | W | |
| T_{Stg} | Storage Temperature | -65 to 150 | | $^\circ\text{C}$ | |
| T_j | Max. Operating Junction Temperature | 150 | | $^\circ\text{C}$ | |

For PNP types voltage and current values are negative.

Con estos datos se puede analizar y calcular cuales son los valores buenos para las resistencias en esta etapa del circuito.

$$I_{b_{max}} = 0.2 \text{ A} = 200\text{mA} ; I_{b_{min}} = 0.001 \text{ A} = 1\text{mA} ; R_c = 226\Omega$$

$$I_c = V/R_c = 15\text{V}/226\Omega = 66 \text{ mA}$$

Usamos el valor de intensidad más pequeño para el cálculo:

$$I_b = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_t} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_9 + R_{10}} \rightarrow 0.1 = \frac{15 - 2,5}{R_9 + R_{10}}$$

Le asignamos un valor normalizado a una de las resistencias para poder calcular la proporción de diferencia resistiva que tendrá la otra.

$$R_9 = 1,2 \text{ K}\Omega$$

$$R_{10} = \frac{(V_{CC} - V_{BE}) - R_9}{I_b} = \frac{12,5 - 1,2}{0,001} = 11,3 \text{ K}\Omega \approx 10 \text{ K}\Omega$$

$$R_{10} = 10 \text{ K}\Omega$$

Con estos valores garantizamos el buen funcionamiento de las señales eléctricas que le lleguen al relé, este relé es el que actuara de alarma para los equipos rectificadores de señal a los cuales se les implanta la tarjeta electrónica High Ripple Card, de forma que el relé permanece en un estado normalmente cerrado, como indica el esquema eléctrico de esta etapa, y cuando el transistor permite circular corriente se activara el relé conmutando su estado a normalmente abierto e indicando así al resto del equipo que la señal de rizado que contiene el equipo supera los márgenes deseados por el cliente.

Con esta opción para la visualización de la alarma de rizado contamos con el sistema que tiene la empresa para ver a través de un display que tiene implementado el equipo

rectificador de señal y cargador de baterías, dicho error, cuando la señal de rizado sea superior al tanto por ciento deseado, el relé de nuestra tarjeta electrónica al conmutarse e ir conectado a otra tarjeta electrónica más compleja que controla todas las señales que recibe el equipo y que hace visualizar por el display el tipo de fallo que está ocurriendo en cada momento, en nuestro caso, cuando la High Ripple Card detecte un rizado elevado mostrara por el display “ Fallo de Rizado” o “ Fail Ripple” para la versión del programa del display en inglés.

1.3.1.7. Prototipo y tarjeta electrónica producidos:

Este apartado es para visualizar en las fotografías como quedo tanto el prototipo realizado en el laboratorio como la posterior producción a través de una tercera empresa de la tarjeta electrónica con diferentes materiales a los del prototipo, especialmente el cambio de la mayoría de elementos a SMD para ahorrar espacio en la definitiva High Ripple Card.

Prototipo de laboratorio de la tarjeta electrónica High Ripple Card:

Figura 1:

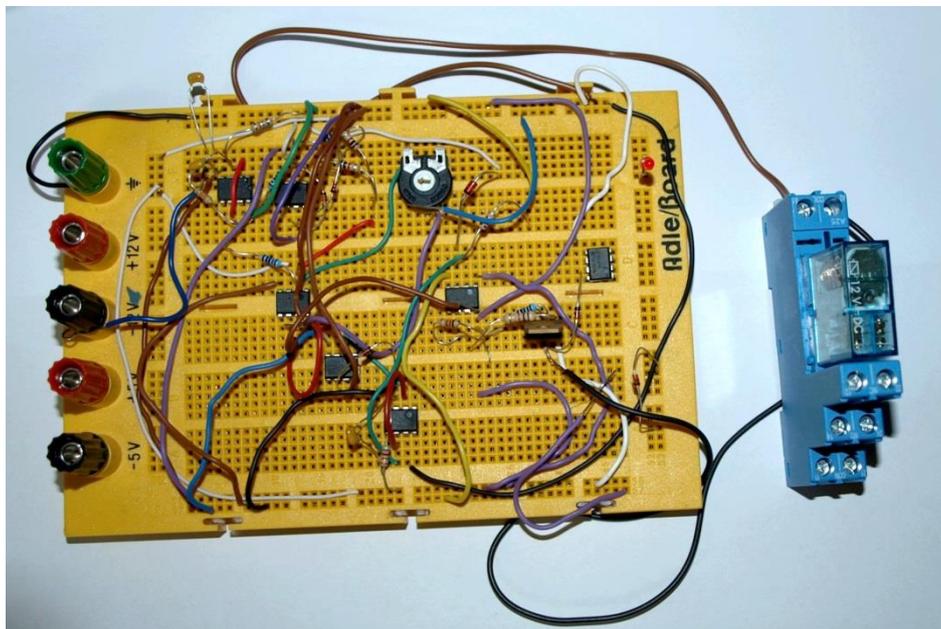


Figura 2:

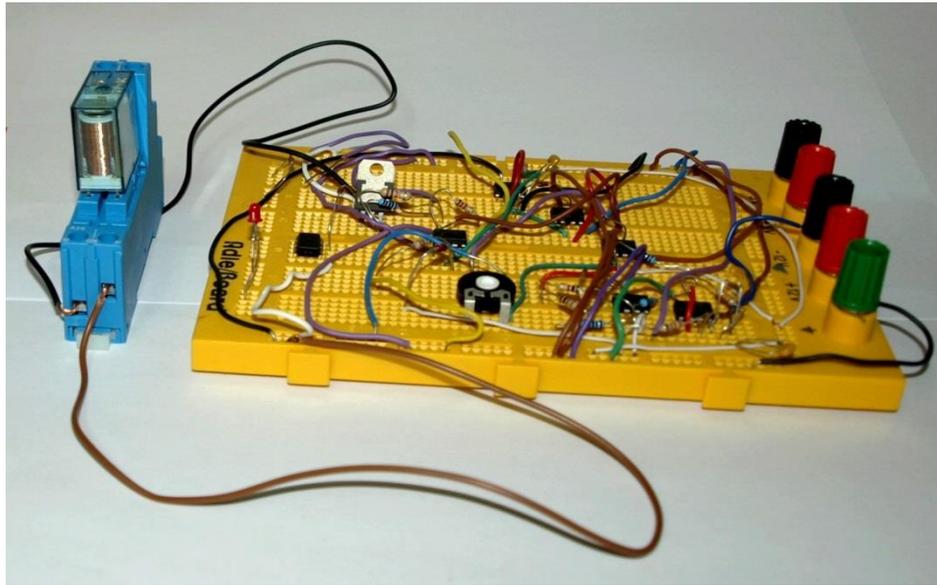
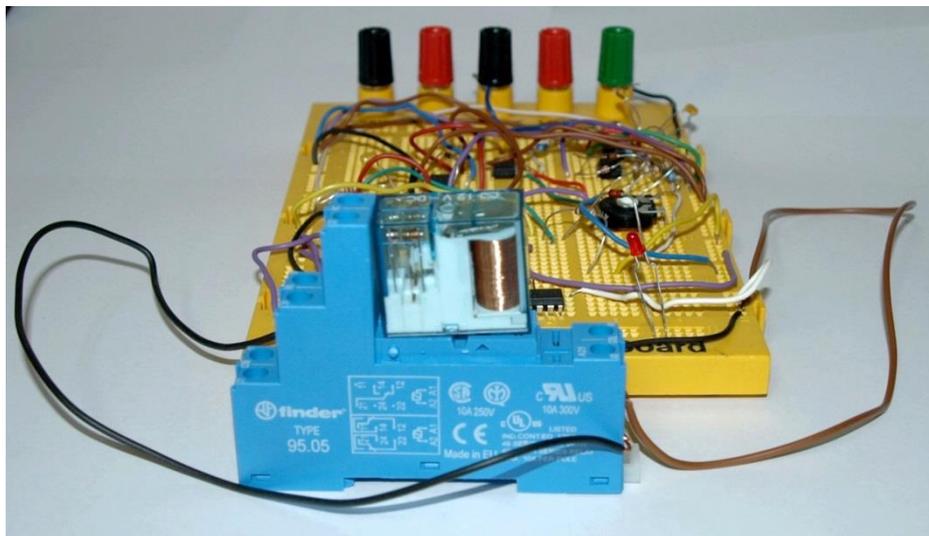


Figura 3.



Tarjeta electrónica (HRC) producida por la empresa con elementos SMD :

Figura 1:

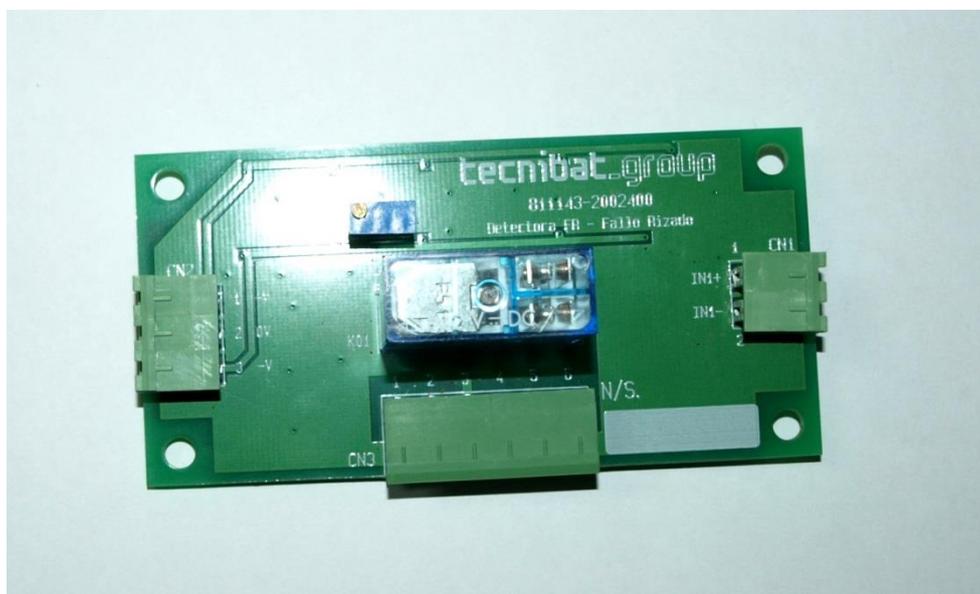


Figura 2:

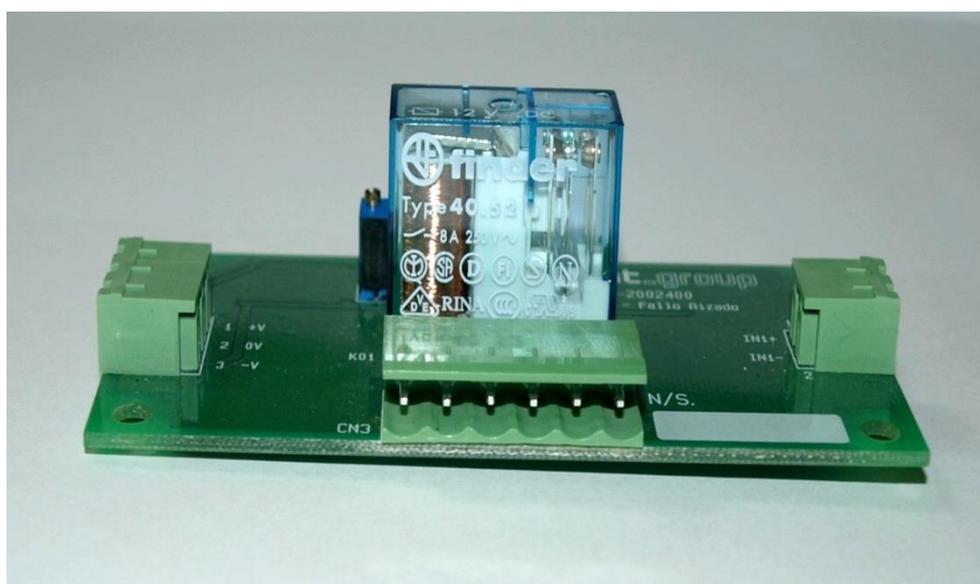
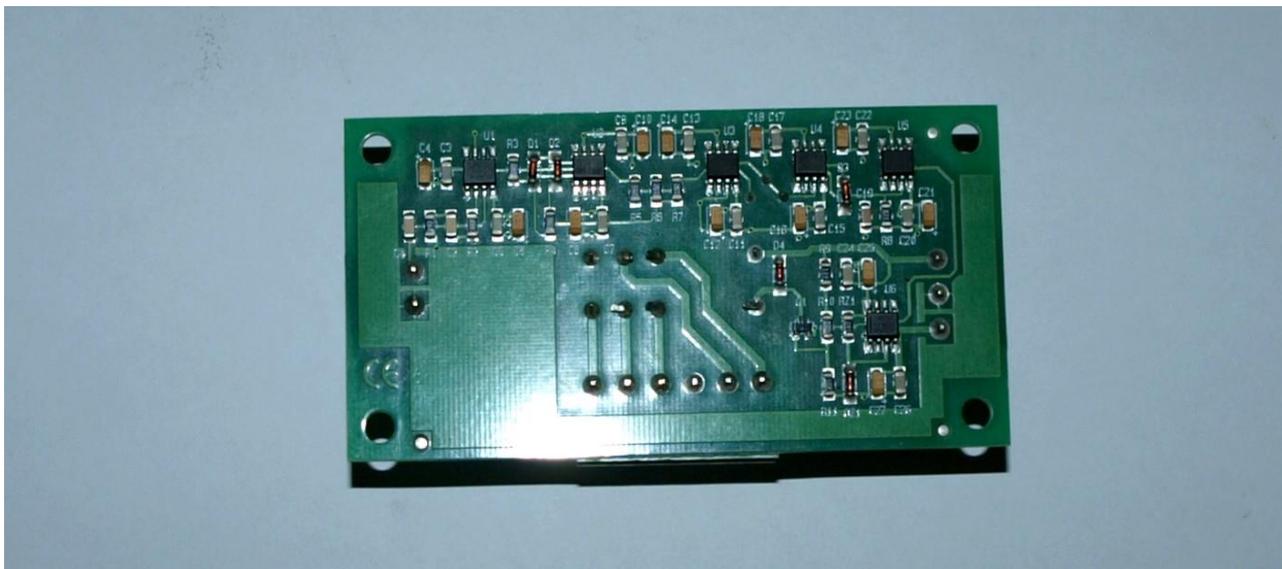


Figura 3:



Instalación de la tarjeta High Ripple Card en los equipos cargadores de baterías:



1.3.2. Proceso de digitalización de la tarjeta electrónica (HRC)

En este apartado abordaremos la posibilidad de tener un control digitalizado con más opciones de registros y funciones, este apartado ya no está enfocado en los intereses de la empresa para la cual se ha diseñado la tarjeta analógica High Ripple Card, ya que las necesidades de la empresa, Tecibat Group, con sus clientes, quedan cubiertas únicamente con la función final de la tarjeta, que es la de tener una forma de señalización para saber si la señal de rizado del equipo en la que se instala la tarjeta, es inferior o no al tanto por ciento exigido en las especificaciones del cliente.

1.3.2.1. Ventajas del procesado digital de señales y elección del microprocesador

Existen razones por las que el procesado digital de una señal analógica es preferible al procesado de la señal directamente en el dominio analógico. Un sistema digital programable permite flexibilidad a la hora de reconfigurar las operaciones de procesado digital de señales sin más que cambiar el programa. La reconfiguración de un sistema analógico implica habitualmente el rediseño del hardware, seguido de la comprobación y verificación para ver que opera correctamente.

Para este proceso es necesario el uso de un microprocesador, para que este componente electrónico sea el encargado de procesar y ejecutar las instrucciones codificadas en números binarios, y así poderlos leer esos datos codificados y registrarlos, de una forma cómoda y eficaz. Los microprocesadores se pueden distinguir por varias características posibles, dentro de las características lógicas podemos citar la velocidad con la que trabaja el procesador.

Hay un abanico muy grande de posibilidades a la hora de escoger un microprocesador o circuito integrado que contenga un microprocesador. Se valoraron principalmente dos circuitos que integran microprocesador y una manejable forma de programación, que son la Raspberry Pi y Arduino.

La Raspberry Pi es un ordenador de placa reducida, que cumple todas las funciones como tal pero más primitivo que los convencionales ordenadores de mesa, portátiles, tabletas o teléfonos.

Para el proyecto, después de valorar las especificaciones técnicas de estas placas y sus microprocesadores se ha escogido usar la placa base Arduino, ya que integra un microprocesador que satisface las necesidades del proyecto, y tiene una estructura sencilla con muchas posibilidades de uso ya que soporta varios lenguajes de programación con una plataforma de código abierto, Arduino tiene menos oportunidades de uso que Raspberry en ámbito general, pero para realizar proyectos electrónicos o relacionados con la robótica, y en particular para la High Ripple Card, Arduino es la placa perfecta: fácil de programar, se puede realizar con Scratch incluso y no se necesita configurar ningún sistema operativo. A parte de esto tiene un coste menor

por lo que para un futuro proceso de construcción en cadena también es un importante factor a valorar.

1.3.2.2. Arduino:

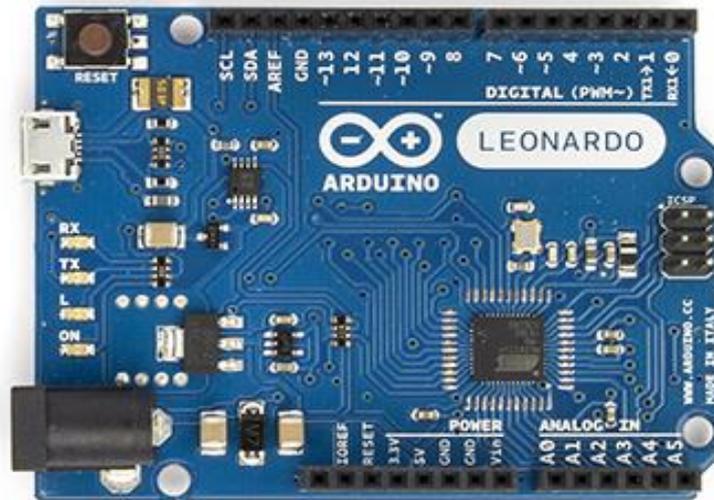
¿Qué es Arduino?

Arduino nació en Italia en el año 2005 y comenzó como un proyecto para los estudiantes del Instituto de diseño interactivo Ivrea. Su nombre proviene del Bar di Re Arduino (Bar del Rey Arduino), establecimiento que rinde homenaje a un antiguo monarca italiano y en el que uno de los fundadores del proyecto (Massimo Banzi) pasaba algunas horas. En una explicación sencilla diríamos que Arduino consiste en una familia de placas electrónicas con microcontrolador, capaces de ser programadas y de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Sin embargo, Arduino no es solo eso, también es una plataforma open source (código abierto) con un entorno de desarrollo integrado (IDE) que soporta lenguajes de programación como C y C++ y que está diseñado para facilitar el uso de la electrónica en proyectos de múltiples disciplinas. Su conjunto de entradas y salidas analógicas y digitales permiten controlar todo tipo de actuadores y sensores, acoplar tarjetas de expansión (escudos) y relacionarse con otros circuitos. Además, las placas cuentan con interfaces de comunicación serie, USB en la mayoría de modelos, que permite cargar los programas desde un ordenador personal sin dificultad alguna. Existe una gran variedad de placas con diferentes características como la tensión utilizada (3,3 ó 5 V dependiendo del microcontrolador empleado), el número de entradas y salidas, el procesador instalado, la memoria, la posibilidad de alimentar otros elementos desde la placa o la capacidad para poder conmutar el voltaje.

Dentro de los productos de Arduino hay también un abanico diferente de posibilidades, para el proyecto se ha elegido el Arduino Leonardo, cuyas características y apariencia se describen a continuación:

Arduino Leonardo:

Vista frontal Arduino Leonardo:



Vista trasera Arduino Leonardo:



Características técnicas:

Microcontroller: ATmega32u4

Operating Voltage: 5V

Input Voltage (recommended): 7-12V

Input Voltage (limits): 6-20V

Digital I/O Pins: 20

PWM Channels: 7

Analog Input Channels: 12

DC Current per I/O Pin: 40 mA

DC Current for 3.3V Pin: 50 mA

Flash Memory 32 KB (ATmega32u4): of which 4 KB used by bootloader

SRAM : 2.5 KB (ATmega32u4)

EEPROM: 1 KB (ATmega32u4)

Clock Speed: 16 MHz

Length: 68.6 mm

Width: 53.3 mm

Weight; 20g

Parámetros y valores del microcontrolador del Arduino: ATmega32U4

Flash (kBytes): 32 kBytes

Pin Count: 44

Max. Operating Freq. (MHz): 16 MHz

CPU: 8-bit AVR

of Touch Channels: 14

Hardware QTouch Acquisition: No

Max I/O Pins: 26

Ext Interrupts: 13

USB Transceiver: 1

USB Speed: Full Speed

USB Interface: Device

SPI: 2

TWI (I2C): 1

UART: 1

Graphic LCD: No

Video Decoder: No

Camera Interface: No

ADC Channels: 12

ADC Resolution (bits): 10

ADC Speed (ksps): 15

Analog Comparators: 1

Resistive Touch Screen: No

DAC Resolution (bits): 0

Temp. Sensor: Yes

Crypto Engine: No

SRAM (kBytes): 2.5

EEPROM (Bytes): 1024

Self Program Memory: Yes

External Bus Interface: 0

DRAM Memory: No

NAND Interface: No

picoPower: No

Temp. Range (deg C): -40 to 85

I/O Supply Class: 2.7 to 5.5

Operating Voltage (Vcc): 2.7 to 5.5

FPU: No

MPU / MMU: no / no

Timers: 4

Output Compare Channels: 12

Input Capture Channels: 2

PWM Channels: 8

32kHz RTC: No

Calibrated RC Oscillator: Yes

Watchdog: Yes

Ethernet: 0

Debug Interface: JTAG

I2S: No

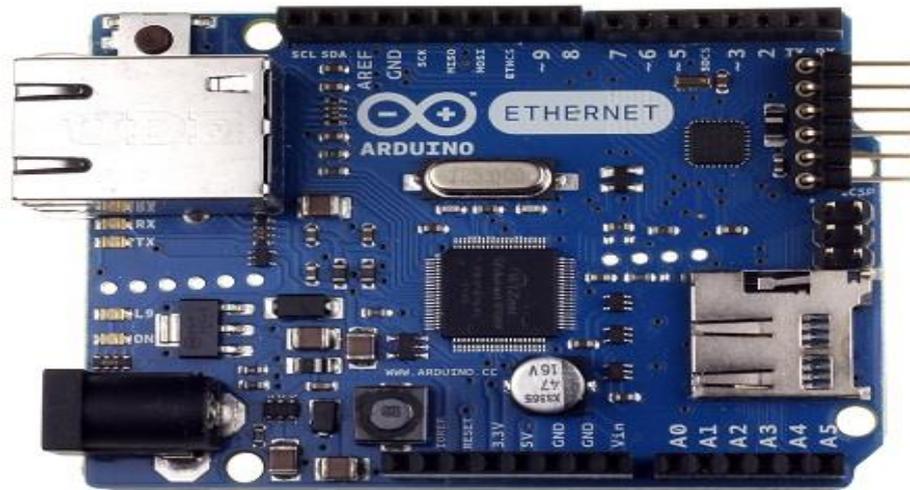
Diff. ADC Inputs: 5

Como para su total programación y para las necesidades de comunicación con los usuarios es necesario una comunicación vía internet, por lo que necesitaremos que nuestro circuito Arduino tenga una conexión Ethernet que nos permita trasladar la información recogida por la placa Arduino Leonardo a otro ordenador donde un usuario pueda leer la información transmitida de una forma clara y sencilla para tener controlado en nuestro caso todos los aspectos de la señal de rizado proveniente de los equipos rectificadores de señal y cargadores de baterías. Para ello se ha usado in complemento o shield, de Arduino para poder cubrir esta necesidad.

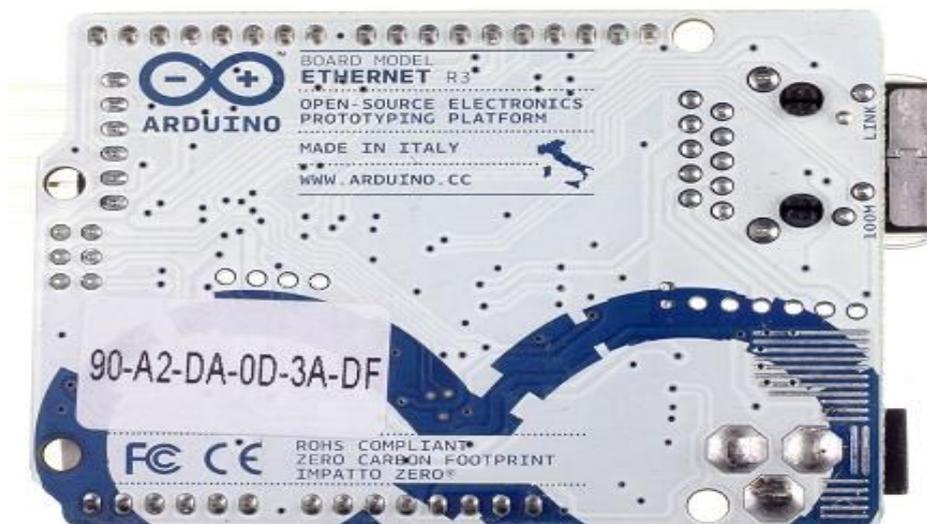
El circuito que completara nuestra tarjeta Arduino Leonardo es el Shield Ethernet de Arduino, cuyas características y apariencia se describen a continuación:

Shield Arduino Ethernet:

Vista frontal Arduino Shield Ethernet :



Vista trasera Arduino Shield Ethernet :



Características técnicas:

Microcontroller: ATmega328

Operating Voltage: 5V

Input Voltage Plug (recommended): 7-12V

Input Voltage Plug (limits): 6-20V

Input Voltage PoE (limits): 36-57V

Digital I/O Pins: 14 (of which 4 provide PWM output)

Arduino Pins reserved:

10 to 13 used for SPI

4 used for SD card

2 W5100 interrupt (when bridged)

Analog Input Pins: 6

DC Current per I/O Pin: 40 mA

DC Current for 3.3V Pin: 50 mA

Flash Memory: 32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader

SRAM: 2 KB (ATmega328)

EEPROM: 1 KB (ATmega328)

Clock Speed: 16 MHz

W5100 TCP/IP Embedded Ethernet Controller

Power Over Ethernet ready Magnetic Jack

Micro SD card, with active voltage translators

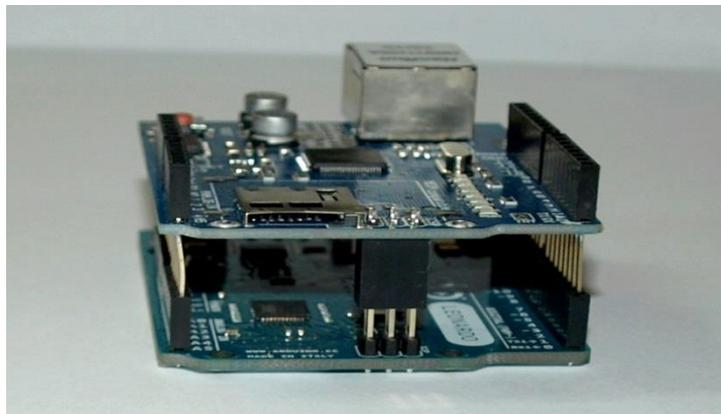
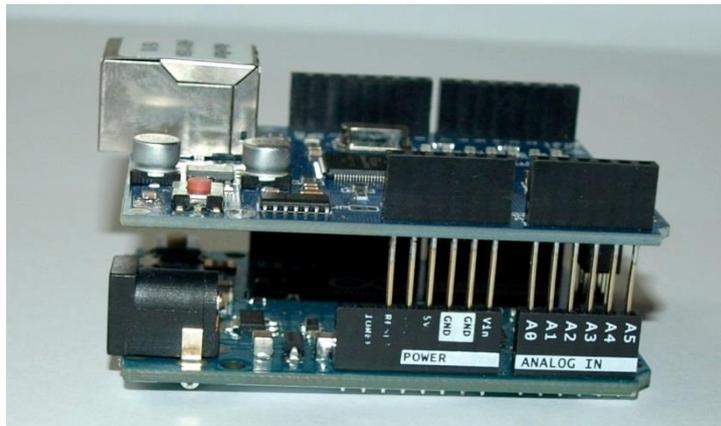
Length: 68.6 mm

Width: 53.3 mm

Weight: 28 g

Una vez detallados todos los aspectos técnicos de los dispositivos que se van a usar para una posible y efectiva digitalización de la tarjeta electrónica diseñada anteriormente la cual llevaremos a cabo con una determinada programación pasamos a describir como las usaremos y cuáles serán sus principales funciones.

Conexión Arduino Leonardo con el Shield Arduino Ethernet:



1.3.2.3. Modbus, el sistema de comunicación:

Para nuestras necesidades de comunicación del equipo cargador de baterías, se ha valorado implementar el sistema de comunicación Modbus con un protocolo TCP/IP que a continuación definiremos de que se trata y sus principales características.

Descripción:

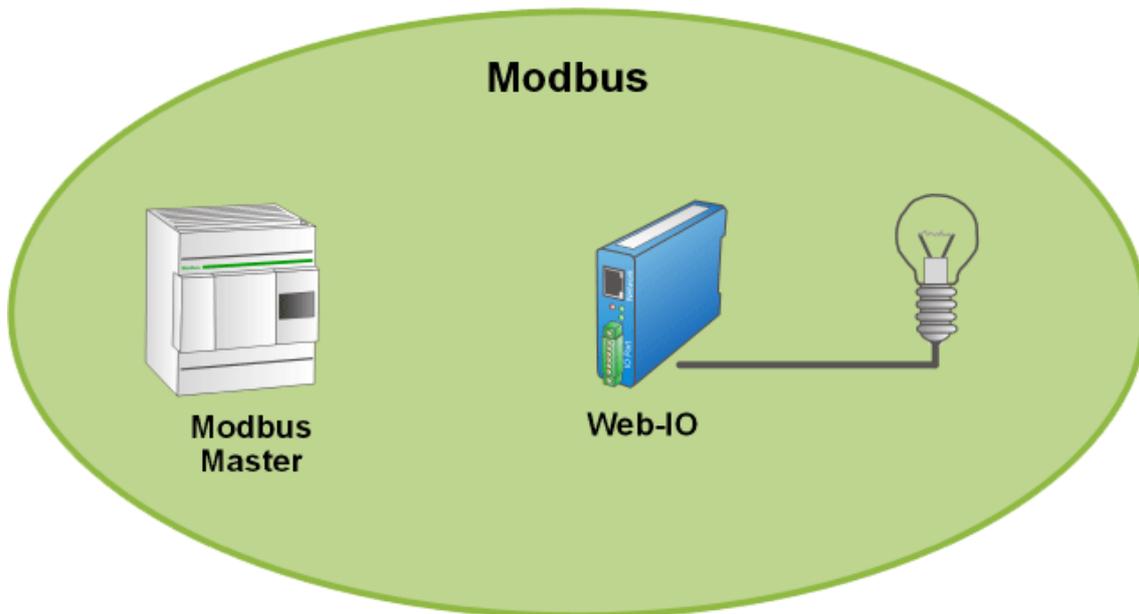
Modbus es un protocolo de comunicación basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones son:

1. Es público
2. Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo
3. Maneja bloques de datos sin suponer restricciones

Modbus también se usa, como podremos ver en este proyecto, para la conexión de un ordenador de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos (SCADA). Existen versiones del protocolo Modbus para puerto serie y Ethernet (Modbus/TCP).

Modbus/TCP está diseñado para permitir a equipo industrial tal como Controladores Lógicos Programables (PLCs), computadores, motores, sensores, y otros tipos de dispositivos físicos de entrada/salida comunicarse sobre una red. Modbus/TCP fue introducido por Schneider Automation como una variante de la familia MODBUS ampliamente usada, los protocolos de comunicación simples y abiertos, destinados para la supervisión y el control de equipo de automatización. Específicamente, el protocolo cubre el uso de mensajes MODBUS en un entorno intranet o internet usando los protocolos TCP/IP.

La especificación Modbus/TCP define un estándar interoperable en el campo de la automatización industrial, el cual es simple de implementar para cualquier dispositivo que soporta sockets TCP/IP. Un socket es una abstracción proporcionada por el sistema operativo que permite a un programa de aplicación acceder los protocolos TCP/IP



Orientado a conexión:

MODBUS es un protocolo de comunicación sin estados, es decir, cada solicitud del maestro es tratada independientemente por el esclavo y es considerada una nueva solicitud no relacionada a las anteriores, de esta forma haciendo a las transacciones de datos altamente resistentes a rupturas debido a ruido y además requiriendo mínima información de recuperación para ser mantenida la transacción en cualquiera de los dos terminales.

Las operaciones de programación de otro lado, esperan una comunicación orientada a la conexión, es decir, las máquinas de origen y de destino establecen un canal de comunicaciones antes de transferir datos. Este tipo de operaciones son implementadas de diferentes maneras por las diversas variantes de MODBUS.

Modbus/TCP maneja ambas situaciones. Una conexión es inicialmente establecida en esta capa de protocolo (nivel de aplicación), y esa conexión única puede llevar múltiples transacciones independientes.

En adición, TCP permite establecer un gran número de conexiones concurrentes, de este modo el cliente (maestro) puede ya sea re-usar una conexión previamente establecida o crear una nueva, en el momento de realizar una transacción de datos.

Es interesante analizar porque el protocolo TCP se usa orientado a la conexión. La principal razón es mantener control de una transacción individual encerrándola en una conexión la cual pueda ser identificada, supervisada, y cancelada sin requerir acción específica de parte de las aplicaciones cliente y servidor

Codificación de datos.

MODBUS usa una representación donde el byte más significativo se encuentra primero, para direcciones y datos. Esto significa que cuando una cantidad numérica más grande que un byte es transmitido, el byte más significativo es enviado primero.

Así, por ejemplo: 0x1234 será 0x12 0x34

Interpretación del modelo de datos.

MODBUS basa su modelo de datos sobre una serie de tablas las cuales tienen características distintivas. Las cuatro principales son:

- Entradas discretas. Bit simple, suministrado por un sistema I/O, de solo lectura.
- Salidas discretas. Bit simple, alterable por un programa de aplicación, de lectura-escritura.
- Registros de entrada. Cantidad de 16 bits, suministrado por un sistema I/O, de solo lectura.
- Registros de salida. Cantidad de 16 bits, alterable por un programa de aplicación, de lectura-escritura.

1.3.2.4. Ventajas del protocolo Modbus/TCP

- Es escalable en complejidad. Un dispositivo el cual tiene solo un propósito simple necesita solo implementar uno o dos tipos de mensaje.
- Es simple para administrar y expandir. No se requiere usar herramientas de configuración complejas cuando se añade una nueva estación a una red Modbus/TCP.
- No es necesario equipo o software propietario de algún vendedor. Cualquier sistema computador o microprocesador con una pila de protocolos TCP/IP puede usar Modbus/TCP.
- Puede ser usado para comunicar con una gran base instalada de dispositivos MODBUS, usando productos de conversión los cuales no requieren configuración.
- Es de muy alto desempeño, limitado típicamente por la capacidad del sistema operativo del computador para comunicarse. Altas ratas de transmisión son fáciles de lograr sobre una estación única, y cualquier red puede ser construida para lograr tiempos de respuesta garantizados en el rango de milisegundos.

Estructura del protocolo.

A continuación se describe la forma general de encapsulación de una solicitud o respuesta MODBUS cuando es llevada sobre una red Modbus/TCP. Es importante anotar que la estructura del cuerpo de la solicitud y respuesta, desde el código de

función hasta el fin de la porción de datos, tiene exactamente la misma disposición y significado.

Todas las solicitudes son enviadas vía TCP sobre el puerto registrado 502. Las solicitudes normalmente son enviadas en forma donde los datos pueden viajar en cualquier dirección, pero no en forma simultánea sobre una conexión dada. Es decir, no hay beneficio en enviar solicitudes adicionales sobre una única conexión mientras una respuesta está pendiente. Sin embargo, los dispositivos que desean obtener altas tasas de transferencia pueden establecer múltiples conexiones TCP al mismo destino.

Los mensajes de solicitud y respuesta en Modbus/TCP poseen un prefijo o encabezado compuesto por seis bytes como se aprecia en la tabla:

Estructura del prefijo de Modbus/TCP

| | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|-----|
| ref | ref | 00 | 00 | 00 | len |
|-----|-----|----|----|----|-----|

Un mensaje Modbus/TCP completo posee una estructura como se muestra en la siguiente tabla:

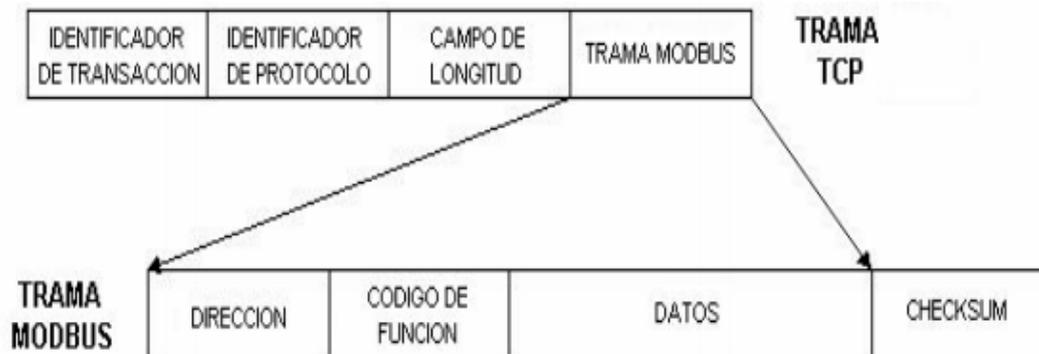
Estructura de mensajes en Modbus/TCP

| Posición del Byte | Significado |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Byte 0 | Identificador de transacción. Copiado por el servidor – normalmente 0. |
| Byte 1 | Identificador de transacción. Copiado por el servidor – normalmente 0. |
| Byte 2 | Identificador de protocolo = 0. |
| Byte 3 | Identificador de protocolo = 0. |
| Byte 4 | Campo de longitud (byte alto) = 0. Ya que los mensajes son menores a 256. |
| Byte 5 | Campo de longitud (byte bajo). Número de bytes siguientes. |
| Byte 6 | Identificador de unidad (previamente "dirección esclavo"). |
| Byte 7 | Código de función MODBUS. |
| Byte 8 y más | Los datos necesarios. |

Esquema de encapsulación.

Modbus/TCP básicamente embebe un marco MODBUS dentro de un marco TCP en una manera simple como es mostrado visualmente a continuación:

Esquema de encapsulación en Modbus/TCP



1.3.2.5. Servidor Modbus TCP/IP

En el apartado anterior se ha descrito la implementación y configuración del sistema Modbus. Se recuerda que en este momento los datos se encuentran en la memoria del Arduino, sin capacidad para servir los datos vía Modbus TCP/IP por sí solo. Por lo tanto en este apartado se describe de que modo almacenar los valores en los registros del servidor Modbus TCP/IP.

Para la implementación de este servidor se necesita una librería compatible con la interfaz de desarrollo y compatible con la librería anterior, por lo tanto se han elegido las librerías “ModbusMaster y ModbusRTU”

En primer lugar se debe inicializar el servidor TCP/IP, y en segundo lugar se le debe asignar una configuración para integrarlo como un elemento más en la red IP. Con esto se daría por concluida la configuración del servidor y por lo tanto se podrían almacenar los valores en el servidor.

Una vez se ha producido la inicialización del Servidor TCP/IP y la configuración de la tarjeta IP, entonces el Arduino se encuentra conectado a la red de Ethernet, por lo tanto, solo queda almacenar los datos en los registros del servidor.

1.3.2.6. Descripción de las funciones de la High Ripple Card digitalizada

Todo el proceso de digitalización se entiende como una mejora en el producto a la hora de tener una buena comunicación equipo-usuario, ya sea para tener una información actualizada y constante del correcto funcionamiento de la señal de rizado dentro de los equipos como para tener un posterior registro con toda la información que un microprocesador es capaz de procesar y guardar, para así conocer más detalladamente el funcionamiento de la señal de rizado y poder evaluar el funcionamiento de los equipos en los cuales está instalado este dispositivo, de una forma no presencial, es decir con una comunicación via internet que nos permita con el programa adecuado poder acceder a esas señales de alarma de los equipos y a toda la información recolectada en general.

Todas las siguientes funciones se llevaran a cabo gracias a un lenguaje de programación determinado, en nuestro caso el lenguaje usado será el lenguaje C++ y estas líneas de programación se podrán ver en el apartado anexos, donde se encontraran los códigos de programación realizados para las siguientes funciones:

- Declarar y cargar las librerías de programación que se usaran, así como las funciones y variables:

Con esto cargaremos una serie de librerías y permitiremos que la programación tenga una base de acciones, funciones y variables, que podremos ir modificando, para una programación más eficiente y sencilla, algunos ejemplos pueden ser la librería de Arduino ya que las placas electrónicas que se usaran son pertenecen a Arduino, o librerías de Modbus, que será la manera que tendrá el equipo de comunicarse digitalmente.

- Determinar los valores base sobre los que el programa actuará en dependencia de ellos:

Esto hace referencia a los valores específicos que se usaran en el equipo en el cual se usara el sistema de monitorización y alarma del rizado, es decir, introducir la tensión de alterna inicial del equipo y el valor máximo permitido de la señal de rizado según las especificaciones en tanto por cien (%) que quiera el cliente del producto.

- Permitir una lectura por uno de los pines de entrada de la fusión de la placa Arduino Leonardo más el Shield Ethernet de Arduino:

Esto hace referencia al rizado del equipo en el que esté instalado este dispositivo la cual será la señal de entrada que leeremos y analizaremos posteriormente. Esta lectura se realizara y quedara registrada cada un cierto periodo de tiempo que podremos especificar.

- Configurar una serie de rango de valores para los cuales determinaremos que acción hay que realizar cuando son leídos:

En este apartado especificar en la programación cuando el programa lee la entrada de la señal de rizado cada él cierto tiempo descrito, los casos que se programaran y se pueden dar con sus respectivos mensajes devueltos por el programa, estos diferentes casos y códigos de programación lógicos son los siguientes:

- Caso 1: Cuando la señal de entrada del rizado es de valor numérico entre 0 y un 0,5%, incluido, menor que el límite introducido como límite en el sistema.

El programa devolverá un mensaje; “Señal de rizado óptima”.

- Caso 2: Cuando la señal de entrada del rizado se comprenda entre los valores 0,5% menor del valor numérico del % introducido como límite del sistema y el límite asignado para el equipo.

El programa devolverá un mensaje; “Señal de rizado correcta”.

- Caso 3: Cuando la señal de entrada del rizado se comprenda entre el valor numérico especificado del límite de señal de rizado del equipo y un 0.5% más de la tensión de alterna introducida al equipo respecto a la especificada por el cliente para ese equipo.

El programa devolverá un mensaje; “Revisar señal de rizado”.

- Caso 4: Cuando la señal de entrada del rizado sea mayor de un 0,5% del límite asignado para el equipo.

El programa devolverá un mensaje; “Exceso de señal de rizado ”.

Para los equipos de carga de batería, para clientes extranjeros, de habla no hispana, el mensaje devuelto por el programa será el mismo traducido en inglés.

- Configurar una serie de contadores de tiempo, timers, que nos permitirán controlar cada cuanto tiempo se debe realizar una acción o un registro.

La explicación del uso de los denominados timers en el mundo de la programación viene para detallar cada cuanto tiempo se tiene que leer la entrada de la señal de rizado a analizar así como para determinar si se tiene que hacer efectivo la devolución del programa de los casos citados en el punto anterior, de esta manera podemos controlar por ejemplo si ha habido un pequeño pico sin importancia en la señal o si de lo contrario es una señal continuada, dependiendo del tiempo que se considere oportuno, y se debe avisar con la comunicación y devolución de datos o de si es importante como para que esos datos se queden grabados en un registro que posteriormente se puede recoger para analizarlo y

así poder estudiar posibles mejoras para el conjunto del equipo cargador de baterías.

- Configurar el sistema de registro de datos.

Aquí es donde el programa después de las lecturas de las señales de rizado que emiten los equipos cargadores de baterías, los guarda en un registro con fechas y valores numéricos para que los usuarios puedan tener un seguimiento y análisis por si no han estado en directo controlando la información que comunica el equipo.

- Configurar el sistema de comunicación Modbus.

En estas líneas de programación será donde se configure el sistema de comunicación equipo-cliente, determinando los puertos e indicando direcciones así como previamente las librerías.

1.4 Conclusiones.

Respecto a los resultados obtenidos con los objetivos iniciales del proyecto puedo concluir que el propósito principal de conseguir, que el sistema de monitorización y alarma de rizado en un sistema de carga de baterías, se produzca y se comercialice en la empresa, Tecnibat Group, para la que iba destinada el proyecto, ha sido un éxito, ya que se consiguió en los tiempos necesarios y con un buen funcionamiento en los equipos.

En cuanto a los aspectos más técnicos, si hablamos de la parte analógica para la creación de la tarjeta electrónica High Ripple Card, se concluye que valía la pena instalar algunos componentes de mayor coste pero que optimizaban el tiempo de creación de las tarjetas y valían los mismos componentes para un rango mayor de entradas de tensión. Con esto me refiero sobre todo a la parte inicial, del divisor de tensión, donde quedó demostrado que podíamos calcular con exactitud cuáles eran las resistencias óptimas para cada tensión diferente de entrada, pero que esa variante se podía evitar, asumiendo un primer amplificador operacional en el circuito con mayor resistencia a la tensión en el filtro paso alto activo.

Otra de las conclusiones que saco de este proyecto, es que la plataforma de diseño y programación de Arduino es muy manejable, dispone de muchas librerías, y es sencilla y efectiva si se adapta, como en este caso, a las necesidades básicas de las que tiene un buen funcionamiento. A pesar de que el programa diseñado para el funcionamiento digital de la tarjeta electrónica creada es más sencillo de lo que se proponía en un principio, con unas pocas menos acciones y una menor explicación al sistema de comunicación entre equipo y usuario. Esto se debe a que el proyecto que empezó construyéndose para un uso real en la empresa, decidió que con el buen funcionamiento de la tarjeta, no era necesario seguir investigando en una mejora óptima para el sistema de digitalización, por lo que se pasó a restar importancia, y nunca se ha llegado a probar empíricamente el funcionamiento de esta parte del proyecto.

Para terminar este apartado decir que en general conclusiones personales muy positivas, donde se puede ver que el campo de la investigación en cualquier materia tiene muchas posibilidades, muchas posibles formas diferentes de llegar a un elemento final que pueda resolverte los problemas que se presentan, donde me ha enseñado que los ingenieros sean de la especialidad que sea, tienen que ser solucionadores de problemas.

1.5. Anexos.

Este apartado del proyecto está dedicado a incluir los códigos y librerías de programación dentro de Arduino y comunicación Modbus, para el funcionamiento del sistema diseñado para una buena monitorización del rizado en los equipos cargadores de baterías para los que esta específicamente diseñado, cuyas funciones han sido explicadas para su entendimiento en el apartado “Descripción de las funciones de la High Ripple Card digitalizada”.

Se incluirá todos los materiales que han sido usados para las diferentes fases del proyecto y sus diferentes montajes.

Así como también para definir de donde se ha obtenido la información necesaria para la elaboración de la memoria, como libros de texto, datos de los catálogos de los fabricantes, páginas web de internet, etcétera.

1.5.1 Códigos de programación.

Los códigos de programación se compilarán y ejecutarán en un lenguaje C dentro del propio programa específico de Arduino, que es el medio que usamos en este proyecto para la comunicación equipo-cliente.

Los códigos y librerías para su diseño son los siguientes:

```
#include <stdio.h>
#include <EEPROM>
#include <Ethernet>
#include <ModbusMaster.h>
#include <ModbusRtu.h>

Int direccion = 0
Int rizado
Int rizado_max
Int porcenatje
Float valor1
Float valor2
Float valor3
Float valor4
```

```

void setup() { {
    Serial.begin(9600);
pinMode (led, OUTPUT)
pinMode (rizado, INPUT)
for (int i=0; i<512;i++)
EEPROM.write (I,i); }
node.begin(2, Serial);
}

Void loop() {
While (direccion>=0) {
Valor = EEPROM.read(dirección);
Serialprint(direccion);
direccion = dirección++;
if(dirección==1024) {
direccion = -1; }
delay (500); }}

Int estado = digitalRead(rizado);
if (Serial.available() > 0) {
incomingByte = Serial.read();
Serial.print("He recibido señal de rizado: "); Serial.println(incomingByte, DEC);
} }

Int valor analogRead(A0);
Serial.print(rizado);
delay (1000);

valor1 == rizado_max - 0.95*porcentaje
valor2 == rizado_max - porcentaje
valor3 == rizado_max + porcentaje
valor4 == rizado_max + 0.95*porcentaje

switch( porcentaje) { {
if rizado_max >= 0 && rizado_max <= valor1 ) {
case 1:
port = &Serial1;
break;
}
}
}

```

```

    serial.print ("Señal de rizado óptima"); }

delay (1000);

if rizado_max >= valor1 && rizado_max <= valor2 ) {

    case 2:

        port = &Serial2;

        break;

        serial.print ("Señal de rizado correcta"); }

delay (1000);

if rizado_max >= valor2 && rizado_max <= valor3 ) {

    case 3:

        port = &Serial3;

        break;

        serial.print ("Revisar señal de rizado"); }

delay (1000);

if rizado_max >= valor4 && rizado_max <= valor4 ) {

    case 4:

        port = &Serial4;

        break;

        serial.print (Exceso de señal de rizado"); }

delay (1000); } }

```

```

import arduino.net* ;

public class ServidorModbusTCP

{

    private final int DIRECCION = 1;

    private final int PUERTO = 502;

    private final int NUMERO_DE_CONEXIONES = 2;

    public static void main (String args[ ])

    {

        ServerSocket svrSocket = null;

        Socket socket = null;

        Thread hiloModbus;

        ModbusTCPSlave modbus;

```

```
try {  
    svrSocket = new serverSocket( PUERTO );  
}  
catch( IOException ex ) {  
    System.out.println( ex.getMessage( ) );  
    ex.printStackTrace( );  
    return;  
}  
while( true )  
{  
    try {  
        socket = svrSocket.accept( );  
        modbus = new ModbusTCPSlave( DIRECCION, socket );  
        hiloModbus = new Thread ( modbus );  
        hiloModbus.start( );  
    }  
    catch ( IOException ex ) {  
        System.out.println( ex.getMessage( ) );  
        ex.printStackTrace( );  
    }  
}}}
```

1.5.2. Material utilizado.

Lista de materiales para el montaje de la tarjeta electrónica HRC:

1er montaje:

Placa board 200x120 mm

Elementos en la placa (No SMD):

Amplificadores operacionales

Resistencias de 4w para el divisor de tensión

Resistencias de 1/4w de diferentes valores

Condensadores de diferentes valores

Diodos pequeños

Led/rele 12v

Cables de 2mm (finos para la placa board)

Potenciómetro lineal (no multivuelta)

2º montaje:

Placa integrada

Potenciómetro multivuelta de alta precisión

Resistencias SMD de distintos valores

Amplificadores operacionales varios, UA741, INA114, LM311 todos es SMD

Rele 12V finder

Diodos SMD

Al ser este el montaje realizado para su real producción en la empresa Tecibat Group, podemos detallar más ampliamente su contenido, con la siguiente lista de materiales:

| Material | Cantidad | Denominación en el plano |
|----------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|
| Amplificador operacional - UA741 | 4 | A.O.2, A.O.3, A.O.4, A.O.5 |
| Amplificador operacional - LM311 | 1 | A.O.6 |
| Amplificador operacional - INA117 | 1 | A.O.1 |
| Diodo - 1N4148 (o una versión en SMD) | 4 | D1, D2, D3, D4 |
| Diodo zener - 5,1V (smd) | 1 | Dz |
| Transistor - BDx53C (smd) | 1 | T1 |
| Condensador - 220 nF cerámico (smd) | 2 | C1, C2 |
| Condensador - 470 nF cerámico (smd) | 1 | C19 |
| Condensador - 100 nF cerámico (smd) | 12 | C3, C5, C7, C9, C11, C13, C15, C17, C20, C22, C24, C26 |
| Condensador - 1uF electrolítico (smd) | 12 | C4, C6, C8, C10, C12, C14, C16, C18, C21, C23, C25, C27 |
| Potenciómetro multivuelta - 50k, lineal y de 10% | 1 | Rv |
| Resistencia - 82k 5% 1/4w (smd) | 1 | R8 |
| Resistencia - 33k 5% 1/4w (smd) | 1 | R2 |
| Resistencia - 18k 5% 1/4w (smd) | 1 | R1 |
| Resistencia - 1k8 5% 1/4w (smd) | 1 | Rz |
| Resistencia - 1k2 5% 1/4w (smd) | 1 | R9 |
| Resistencia - 1k 5% 1/4w (smd) | 6 | R3, R4, R5, R6, R7, R11 |
| Resistencia - 10k 5% 1/4w (smd) | 1 | R10 |
| Relé - 12V con dos contactos conmutados 40.52.9.012.0000 | 1 | K1 |

3er montaje:

Placa board

Resistencias NO SMD

Amplificador para el filtro

Placa Arduino Leonardo con microprocesador Atmel Mega 32u4

Placa Arduino Shield Ethernet

Materiales usados para las pruebas:

Generadores de señal de onda

Fuente de corriente continua

Osciloscopios

Equipos cargadores y rectificadores de señal de la empresa TecniBat

1.5.3. Bibliografía.

En la bibliografía recogemos toda la información que se ha podido extraer u obtener para la realización de este proyecto, ya sea mediante libros de texto especializados en la materia, de artículos o información de páginas web, ayudas en foros de gente anónima que ayuda a la realización de proyectos sin ningún ánimo de lucro, catálogos para ver que oferta el mercado y sus precios o de manera más audiovisual como pueden ser videos tutoriales.

Esta información siempre se ha intentado contrastar con ayuda de profesionales en la materia para asegurar una información de calidad y efectiva.

El listado con todas las fuentes de información seria el siguiente:

Libros de texto:

- Microcontroladores (Autor, Angulo)
- Filtro paso alto (Autor, Payá)
- Instrumentación electrónica (Autor, Thompson)
- Aplicaciones del amplificador operacional (Autor, Ferrero)
- Arduino libro de proyectos (Autor, Fernández)
- Implementacion de una red Modbus/TCP (Autor, R. Olaya)
- Modbus: The Everyman's Guide to Modbus (Autor, S. Rinaldi)

Catalogos:

- Elheca
- RS Amidata
- Mouser
- Farnel

Directorios web:

- <http://www.upv.es>
- <http://www.fceia.unr.edu.ar/>

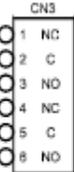
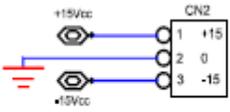
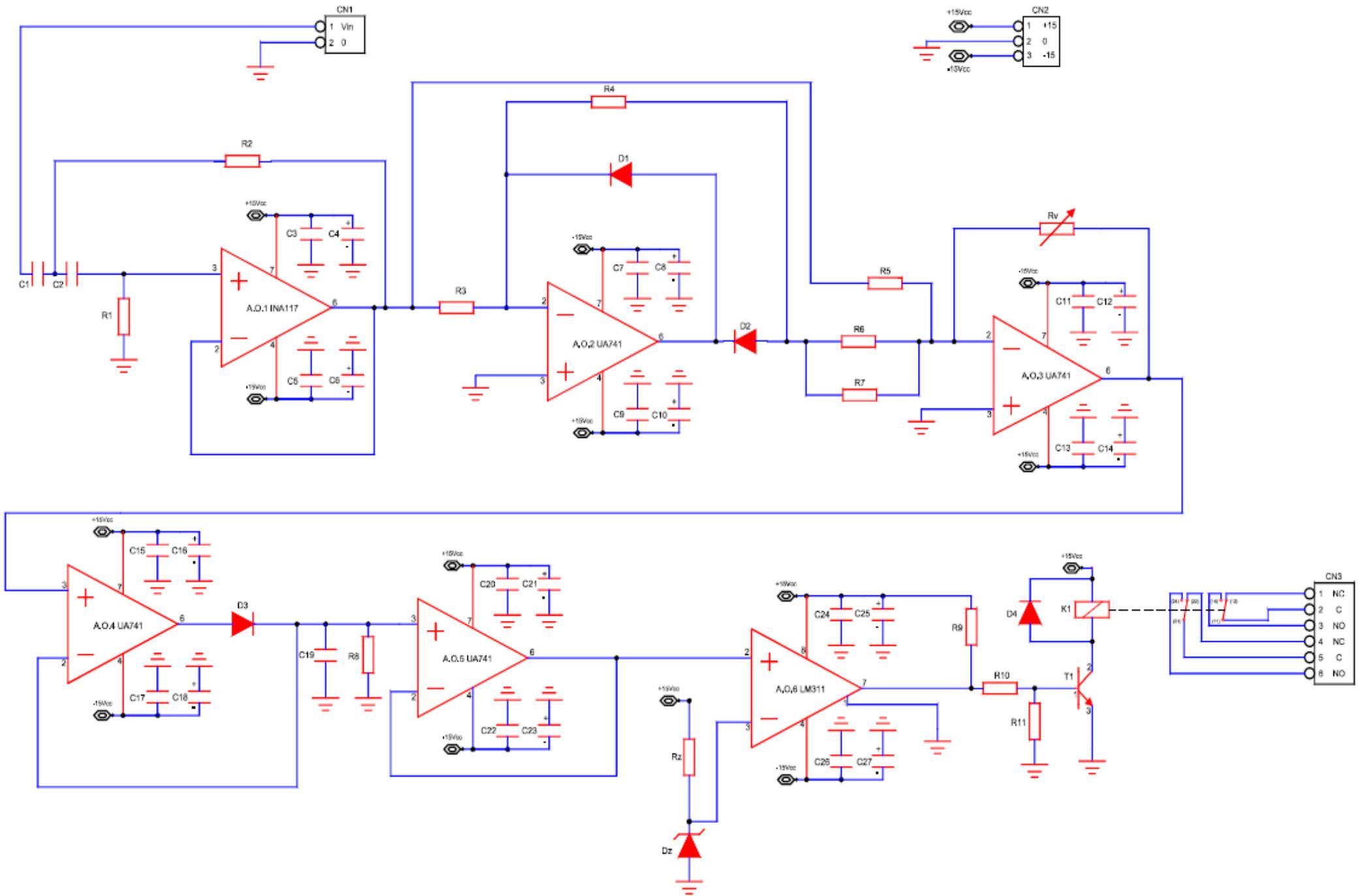
- <http://www.electronicoscaldas.com/>
- <http://www.alldatasheet.com>
- <http://ingenieria.udea.edu.co/> filtros activos
- <http://es.slideshare.net/>
- <http://www.futureworks.com>
- <http://www.ardumania.com>
- <http://www.prometec.net>
- <http://myarduinoprojects.com/modbus.html>
- <http://www.modbus.org>
- <http://www.wikipedia.org>
- <http://www.atmel.com/devices/atmega32u4.aspx?tab=documents> (micro)
- <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLeonardo> (arduino leonardo)

Tutoriales:

- <http://www.youtube.com>
- <http://www.dailymotion.com>

2. Planos

Plano eléctrico de la tarjeta electrónica diseñada High Ripple Card para la monitorización y alarma del rizado en un sistema de carga de baterías:



Plano esquema eléctrico de la tarjeta electrónica Arduino Leonardo para la digitalización de la High Ripple Card:

Plano esquema eléctrico de la tarjeta electrónica Shield Arduino Ethernet para la digitalización de la High Ripple Card:

Planos realizados en la empresa Tecibat Group para el diseño y la producción de la tarjeta electrónica HRC para la monitorización y alarma de rizado en los sistemas de carga de baterías:

En los siguientes planos se incluye el cajetín usado por la empresa, para todas las hojas de los planos, que estarán formadas por:

- Hoja 1: Una tabla índice con la descripción de las hojas y las fechas de las revisiones del proyecto.
- Hoja 2: Una lista de materiales con la cantidad de elementos y su denominación en el plano eléctrico.
- Hoja 3: El plano eléctrico de la Tarjeta de Fallo de Rizado o High Ripple Card.
- Hoja 4: Una hoja representando la disposición de componentes, acotada, con la numeración de las entradas y salidas de los conectores.

Los planos están en el orden citado numéricamente de las hojas 1 a la 4.

| Nº DE PLANO | DESCRIPCION | REV,0 | REV, 0,1 | REV, 0,2 | REV, 0,3 | REV,1 |
|-------------|----------------------------|------------|----------|----------|----------|------------|
| 1 | Índice | 09/04/2015 | | | | 21/04/2015 |
| 2 | Lista de materiales | 09/04/2015 | | | | 21/04/2015 |
| 3 | Esquema eléctrico | 09/04/2015 | | | | 21/04/2015 |
| 4 | Disposición de componentes | 09/04/2015 | | | | 21/04/2015 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

FABRICANTE:

tecnibat

MARCA:

tecnibat

NÚMERO DE PLANO:

1

MODELO:

Tarjeta fallo rizado

Nº DE HOJAS:

4

HOJA Nº:

1

ESCALA:

S/E

Nº DE SERIE:

CANTIDAD:

1

CLIENTE:

PROYECTO:

Monitorización de alarma de elevado rizado

| REV: | FECHA: | DIBUJADO: | APROBADO: |
|------|------------|------------|-----------|
| 0 | 09/04/2015 | E. Tamarit | P. Díaz |
| 0.1 | 21/04/2015 | E. Tamarit | P. Díaz |
| | | | |
| | | | |

NOTA:

| Material | Cantidad | Denominación en el plano |
|----------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|
| Amplificador operacional - UA741 | 4 | A.O.2, A.O.3, A.O.4, A.O.5 |
| Amplificador operacional - LM311 | 1 | A.O.6 |
| Amplificador operacional - INA117 | 1 | A.O.1 |
| Diodo - 1N4148 (o una versión en SMD) | 4 | D1, D2, D3, D4 |
| Diodo zener - 5V (smd) | 1 | Dz |
| Transistor - Bx53C (smd) | 1 | T1 |
| Condensador - 220 nF cerámico (smd) | 2 | C1, C2 |
| Condensador - 470 nF cerámico (smd) | 1 | C19 |
| Condensador - 110 nF cerámico (smd) | 12 | C3, C5, C7, C9, C11, C13, C15, C17, C20, C22, C24, C26 |
| Condensador - 1uF electrolítico (smd) | 12 | C4, C6, C8, C10, C12, C14, C16, C18, C21, C23, C25, C27 |
| Potenciómetro multivuelta - 47k, lineal y de 1% | 1 | Rv |
| Resistencia - 82k 5% 1/4w (smd) | 1 | R8 |
| Resistencia - 33k 5% 1/4w (smd) | 1 | R2 |
| Resistencia - 18k 5% 1/4w (smd) | 1 | R1 |
| Resistencia - 1k8 5% 1/4w (smd) | 1 | Rz |
| Resistencia - 1k2 5% 1/4w (smd) | 1 | R9 |
| Resistencia - 1k 5% 1/4w (smd) | 6 | R3, R4, R5, R6, R7, R11 |
| Resistencia - 10k 5% 1/4w (smd) | 1 | R10 |
| Relé - 12V con dos contactos conmutados 40.52.9.012.0000 | 1 | K1 |

FABRICANTE:

tecnibat

MARCA:

tecnibat

NÚMERO DE PLANO:

2

MODELO:

Tarjeta fallo rizado TFR

Nº DE HOJAS:

4

HOJA Nº:

2

ESCALA:

5/E

Nº DE SERIE:

CANTIDAD:

1

CLIENTE:

PROYECTO:

Monitorización de alarma de elevado rizado

REV:

0

FECHA:

09/04/2015

DIBUJADO:

E. Tamarit

APROBADO:

P. Díaz

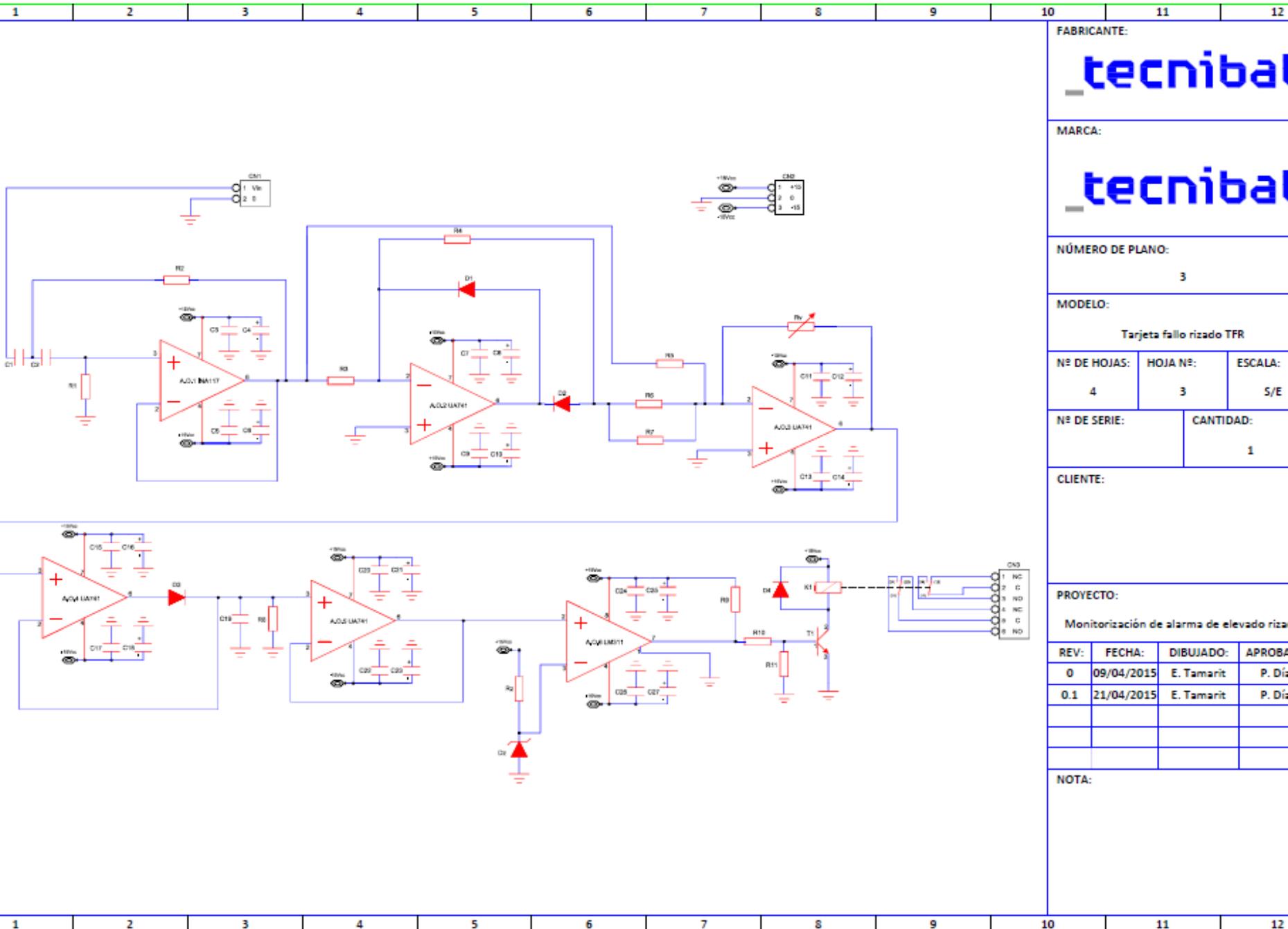
0.1

21/04/2015

E. Tamarit

P. Díaz

NOTA:



FABRICANTE:
tecnibat

MARCA:
tecnibat

NÚMERO DE PLANO:
3

MODELO:
Tarjeta fallo rizado TFR

| | | |
|-------------------|---------------|----------------|
| Nº DE HOJAS: 4 | HOJA Nº: 3 | ESCALA: S/E |
|-------------------|---------------|----------------|

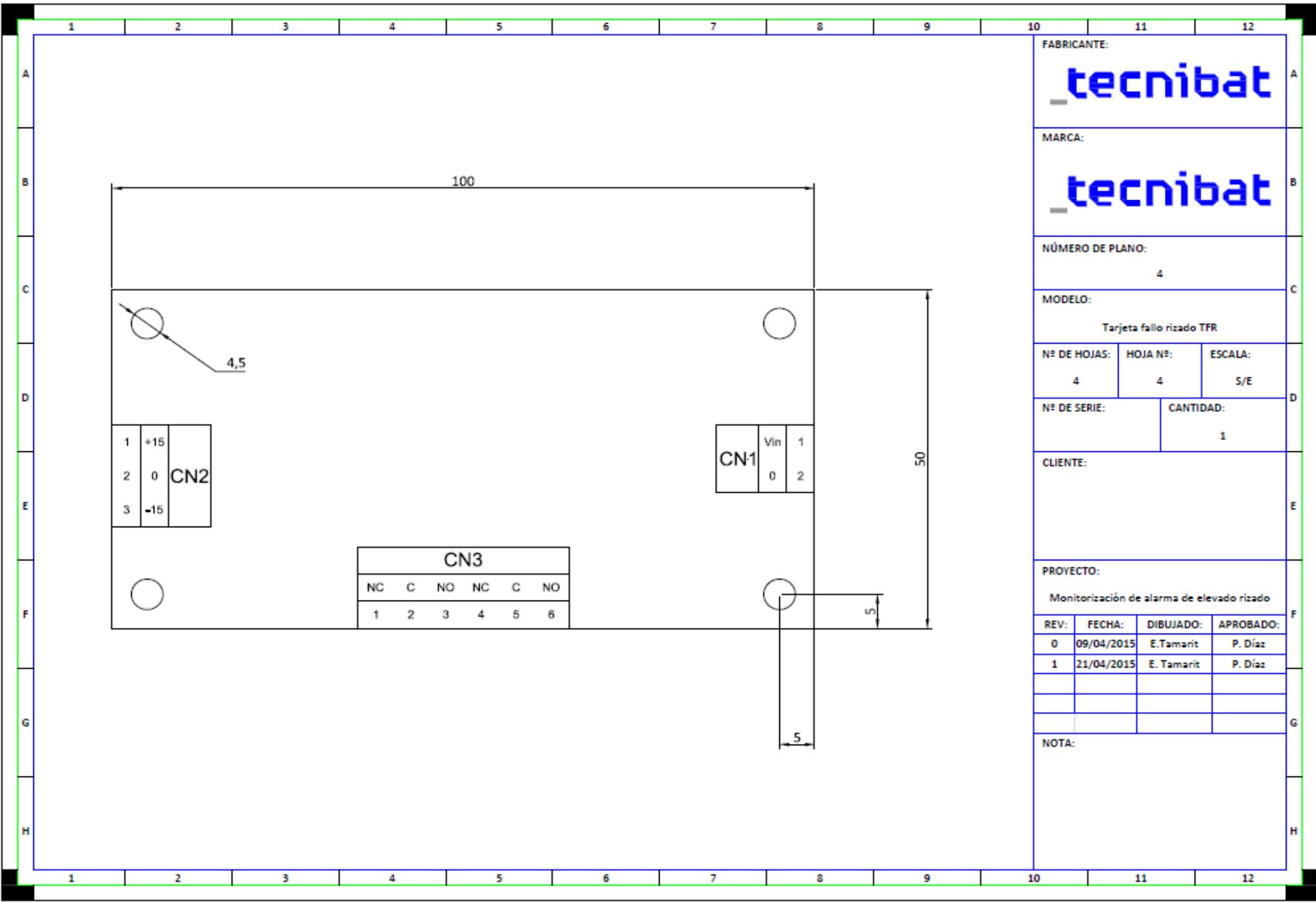
| | |
|--------------|----------------|
| Nº DE SERIE: | CANTIDAD: 1 |
|--------------|----------------|

CLIENTE:

PROYECTO:
Monitorización de alarma de elevado rizado

| REV: | FECHA: | DIBUJADO: | APROBADO: |
|------|------------|------------|-----------|
| 0 | 09/04/2015 | E. Tamarit | P. Díaz |
| 0.1 | 21/04/2015 | E. Tamarit | P. Díaz |
| | | | |
| | | | |

NOTA:



FABRICANTE:
tecnibat

MARCA:
tecnibat

NÚMERO DE PLANO:
4

MODELO:
Tarjeta fallo rizado TFR

| | | |
|-------------------|---------------|----------------|
| Nº DE HOJAS: 4 | HOJA Nº: 4 | ESCALA: 5/E |
|-------------------|---------------|----------------|

| | |
|--------------|----------------|
| Nº DE SERIE: | CANTIDAD: 1 |
|--------------|----------------|

CLIENTE:

PROYECTO:
Monitorización de alarma de elevado rizado

| REV: | FECHA: | DIBUJADO: | APROBADO: |
|------|------------|------------|-----------|
| 0 | 09/04/2015 | E.Tamarit | P. Díaz |
| 1 | 21/04/2015 | E. Tamarit | P. Díaz |
| | | | |
| | | | |

NOTA:

| | | |
|---|-----|-----|
| 1 | +15 | CN2 |
| 2 | 0 | |
| 3 | -15 | |

| | | |
|-----|-----|---|
| CN1 | Vin | 1 |
| | 0 | 2 |

| CN3 | | | | | |
|-----|---|----|----|---|----|
| NC | C | NO | NC | C | NO |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

3. Pliego de condiciones

1. Descripción

El presente Pliego General de Condiciones tiene por finalidad regular la ejecución del proyecto fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño del proyecto, al Contratista o constructor del mismo, sus técnicos y encargados, al Ingeniero, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato.

Este documento que rige las normas que han de cumplirse en el diseño, construcción y elaboración del proyecto. Figurarán las exigencias técnicas, económicas y legales de modo que durante el desarrollo del proyecto no existan ambigüedades que puedan incurrir en un conflicto entre las partes contratantes.

Al regirse por todas estas exigencias y normas, no se incurre en la contradicción de ninguna ley, ordenanza o norma o cualquier matización en una norma nacional o local.

El presente proyecto se ha realizado bajo la supervisión del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Valencia, y desarrolla un sistema de control, monitorización y alarma de rizado en un sistema de carga de baterías, y en su ejecución deberá cumplirse la normativa vigente.

Si por negligencia, desidia profesional o dejadez en la estricta consecución del proyecto, no se realizara el proyecto tal y como se indica en los presentes documentos, el proyectista no se responsabiliza de su mal funcionamiento o posibles causas de dicho comportamiento.

Objetivo del pliego:

El objeto de éste pliego de condiciones es el definir y valorar los distintos materiales y elementos que vamos a utilizar en nuestro sistema, así como citar las normas jurídicas generales que regularán la ejecución.

También se explicará el funcionamiento del sistema, especificando las características más importantes de los elementos con la ayuda de los datos de sus hojas técnicas.

Normas de obligado cumplimiento:

El presente proyecto deberá seguir ciertas normas para su desarrollo, reguladas por los organismos competentes, y que serán de obligado cumplimiento para que se encuentre dentro de la legalidad.

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación:

- 1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa.
- 2º El Pliego de Condiciones Particulares.
- 3º El presente Pliego de Condiciones Generales.
- 4º El resto de la documentación del Proyecto (memoria, planos, mediciones y ppto.)

2. Condiciones generales

2.1. Condiciones facultativas

2.1.1. Facultades del promotor del proyecto

El objeto del presente proyecto es la realización de un Proyecto Final de Carrera, cuyo promotor indirecto es el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia.

Igualmente tiene la facultad de cambiar alguna de las especificaciones del Proyecto, siempre y cuando dicha modificación no suponga un perjuicio claro para el proyectista, al alterar parte del trabajo ya realizado. Cualquier modificación se recomienda se efectúe previa consulta del proyectista.

Asimismo se le faculta para decidir sobre los plazos de entrega, en caso de una demora excesiva y no razonada en la ejecución del proyecto.

La evaluación final del Trabajo Final de Grado (TFG) será llevada a cabo por el Director del Proyecto y la comisión de Evaluación de Trabajos Finales de Grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia (ETSID).

Controles de calidad y ensayos:

Para comprobar el correcto funcionamiento del proyecto desarrollado, se deberá facilitar por parte del promotor la correspondiente indicación sobre los datos y los resultados. Las pruebas con dichos datos serán las que validen los resultados obtenidos con el programa objeto el presente proyecto.

Recepción provisional del programa:

El promotor del proyecto, recibirá una copia del programa antes de la presentación del proyecto en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia.

Período de prueba y garantías:

El periodo de prueba del programa es el plazo comprendido entre la fecha de la recepción provisional del programa y la fecha cuando se cierra el plazo para presentar públicas alegaciones al proyecto. Durante este periodo, el proyectista deberá subsanar cualquier fallo que se observe por parte del promotor del proyecto.

Recepción definitiva:

Una vez superada la fecha de presentación de alegaciones, se procederá a la recepción definitiva si han sido subsanadas las anomalías observadas durante el periodo de prueba. En caso contrario se realizará cuando dichos defectos sean corregidos.

Plazo de entrega:

El plazo de entrega del proyecto finalizado no será superior a veinte días hábiles contados a partir del día de firma del contrato.

2.1.2. Obligaciones y derechos del contratista

Corresponde al Contratista:

- Antes de dar comienzo a la instalación, consignar por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la instalación contratada, pudiendo solicitar las aclaraciones pertinentes.
- Elaborar cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la instalación en aplicación del estudio correspondiente, y disponer la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad en el trabajo.
- Suscribir con el Ingeniero Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Asegurar la idoneidad de todos los materiales y elementos constructivos que se utilicen.

- Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el de Control de Calidad, si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al Ingeniero Técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva, en su caso.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la instalación.
- Tener a su disposición el Programa de Control de Calidad, si para la instalación fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra.
- Comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la instalación, que tendrá carácter de jefe de la obra, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones completan la contrata.
- Tener conocimiento de las leyes referentes a su actividad profesional para su correcto cumplimiento.
- Siendo la Memoria de Proyecto un documento que sirve de base, no se admitirá reclamación alguna de la falta de coincidencia que pudiera existir entre aquella y el resto de documentos del proyecto, planos, presupuesto y pliego de condiciones.
- Comprobar el buen funcionamiento del equipo antes de la entrega definitiva, de modo que una vez acabado el montaje, el sistema de control funcione correctamente.
- La empresa contratante se compromete a proporcionar las mayores facilidades al Contratista para que la puesta en marcha se realice de forma rápida y precisa.
- El sistema de control deberá cumplir los requisitos mencionados en la memoria.
- Las características de los elementos y componentes serán los especificados en la Memoria Descriptiva.
- Poseer por escrito las especificaciones requeridas y cualquier documento del proyecto que pueda tener información relevante para desempeñar su labor.

2.1.3. Obligaciones y derechos del proyectista y director de obra

Corresponde al proyectista y director de obra:

- Cumplir con la legislación vigente.
- Realizar el proyecto según las condiciones del contratista.

- Cumplir la normativa general y específica vigente que afecte a totalidad o parte del proyecto.
- Respetar las leyes de derechos de autor.
- Consultar con el contratista del proyecto cualquier modificación de las especificaciones iniciales, así como proponer soluciones alternativas que puedan resolver los nuevos problemas planteados.
- Informar periódicamente al promotor del estado en que se encuentra el proyecto.
- Disponer del material necesario para la realización del proyecto.
- Ser informado, por parte del promotor, de los derechos legales sobre el proyecto.
- Recibir solución a los problemas técnicos no previstos que aparezcan durante la ejecución del proyecto y no imputables a una mala ejecución del mismo.
- Disponer con suficiente antelación de una lista con las especificaciones del programa objeto del proyecto.
- Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica.
- Redactar las modificaciones, adiciones o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las instalaciones, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad.

2.2. Condiciones económicas

Por las características del Proyecto Final de Carrera no está previsto el pago de ninguna cantidad económica en concepto de honorarios. El proyectista recibirá la fracción de los ingresos que resulten de la explotación y venta del objeto del presente proyecto que estipule la ley.

2.2.1. Fianza y devolución

El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o valores, o aval bancario, por importe entre el 3 % y 10 % del precio total de la contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción. Fianza provisional.

2.2.2. Seguros

La Contrata deberá disponer de los seguros necesarios para garantizar los posibles daños en los equipos durante la ejecución del proyecto, también deberá estar en posesión de un seguro de Responsabilidad Civil.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuanto a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la instalación que se implemente, y a medida que ésta se vaya realizando.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

2.2.3. Condición de pago

El abono de los trabajos se realizará como sigue:

- Se abonará un 30 por 100 del presupuesto de contrata a la firma del contrato.
- El 70 por 100 restante del presupuesto se abonará a la puesta en marcha tras la aprobación por parte del Contratista y comprobado el correcto funcionamiento.

2.2.4. Precios

Composición de precios unitarios:

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc..
- Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidos. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 % sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución material:

Se denomina Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

Precios contradictorios:

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

Pagos:

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de obra, en virtud de las cuales se verificarán aquellos.

2.2.5. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director de obra, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

2.2.6. Penalizaciones

Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras. La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

Demora de los pagos:

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un % anual.

2.3. Condiciones legales

En este capítulo se incluirán las condiciones generales de carácter legal del proyecto, los deberes y derechos del Contratista, el Contrato y los Impuestos.

2.3.1. Contratista

El Contratista deberá ser capaz de realizar el Proyecto de forma correcta y siguiendo las indicaciones de los pliegos de condiciones, de modo que el resultado final sea el requerido por la memoria.

El Contratista dispondrá, una vez finalizado el proyecto, de un técnico capaz de enseñar el funcionamiento del control de la máquina al personal de la empresa promotora.

Todas las Subcontratas cumplirán los mismos criterios que la contrata.

2.3.2. Contrato

En el contrato deberá quedar reflejado el presupuesto total para la realización del proyecto, el importe de la fianza, así como los plazos de entrega y de devolución de la fianza.

El contrato deberá realizarse siempre por escrito y cumpliendo todos los requisitos legales.

2.3.3. Responsabilidades del contratista:

En este apartado se quiere indicar las responsabilidades que debe asumir el Contratista durante la vigencia del contrato:

- Solvencia económica, pago de los materiales, mano de obra y demás gastos.
- Buena calidad de ejecución.
- Situación legal y laboral del personal.

2.3.4. Impuestos

Se exigirá que la contrata esté en posesión de las licencias y certificados necesarios para la realización del proyecto.

También se exigirá estar al corriente del pago de los impuesto, tasas y contribuciones necesarios para el normal desarrollo de las actividades de la empresa.

Todo el personal deberá de estar contratado legalmente por la Contrata o Subcontratas y deberán estar de alta en la Seguridad Social.

En el pago del producto se aplicara el impuesto sobre el valor añadido I.V.A. del 21%.

2.3.5. Reconocimiento de marcas registradas

El autor del presente proyecto y su promotor reconocen públicamente las marcas registradas que aparezcan durante su desarrollo y ejecución, así como los derechos de autor de la bibliografía consultada y utilizada.

2.3.6. Causas de rescisión del proyecto

El promotor del proyecto puede rescindir el contrato con el proyectista cuando se den las siguientes causas:

- Por un retraso excesivo en la ejecución del proyecto.
- Por un abandono del proyecto sin causa justificada.
- Por fallecimiento del proyectista.
- Por causas administrativas.
- Por mutuo acuerdo entre las partes, siempre y cuando ninguna de ellas se considere gravemente perjudicada.

2.3.7. Condiciones legales respecto a la Universidad Politécnica de Valencia

El Autor cede a la Universidad, para todos y durante el periodo de vigencia del presente acuerdo, con carácter gratuito y con finalidades exclusivamente de investigación y docencia, los derechos de transformación, reproducción y comunicación pública del trabajo únicamente con los siguientes propósitos:

- Adaptar el trabajo, ya sea directamente o a través de terceros, en la medida en que sea necesario para adecuarla al formato, imagen o apariencia de Internet o a cualquier otra tecnología susceptible de adscripción a Internet, así como incorporar 'marcas de agua' o cualquier otro sistema de seguridad en el formato electrónico del trabajo.

- Reproducir el trabajo en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica de la Universidad o entidad con la que la Universidad pueda consorciarse, comprendiendo el derecho de almacenar el trabajo en centros servidores, así como el derecho a hacer cualquier otra reproducción temporal necesaria para permitir a los usuarios bien la visualización, bien la reproducción o la grabación en el disco duro del PC o en soporte papel del trabajo para uso privado y/o con fines de estudio e investigación.

- A la comunicación pública o puesta a disposición del trabajo en la modalidad de demanda o a la carta, a través de cualquier otro canal o dirigido a cualquier destino de la información que sea susceptible de adscripción en Internet.

Para hacer efectiva la cesión de los derechos mencionados, el Autor aportará a la Universidad la documentación en los formatos, soporte y características técnicas que la Universidad indique en su momento, en función de las necesidades de edición y de la adaptación a los sucesivos cambios tecnológicos, y en cualquier caso siempre sujetos a los estándares de mercado o a la normativa convencional.

La Universidad podrá ceder a otras entidades los derechos objetos de este acuerdo. En todo caso estas entidades deberán ajustarse a lo que en él se dispone y al acuerdo que se suscribirá necesariamente con la misma Universidad.

En el caso de que se hiciera uso del trabajo de una manera contraria a lo previsto en este acuerdo, la Universidad se obliga a adoptar con carácter inmediato todas las medidas necesarias para que cese en esa utilización. La Universidad informará al Autor/a de estas cesiones a través de los canales públicos habituales.

El Autor declara que es el titular de los derechos de propiedad intelectual objeto del presente acuerdo en relación con el trabajo.

Cada una de las partes se compromete a comunicar a la otra, en cuanto llegue a su conocimiento, la existencia de cualquier reclamación de un tercero relacionada con el trabajo, quedando la Universidad exenta de responsabilidad.

La Universidad, en virtud del presente acuerdo adquiere el derecho, pero no la obligación de incorporar el trabajo a la Biblioteca Digital de la Universidad. Cuando el trabajo se muestre en una base de datos se deberá hacer figurar tanto el nombre del Autor/a como el de la Universidad, así como cualquier otra mención específica y razonable indicada por ésta. La Universidad se obliga a respetar tal mención y a hacerla figurar el trabajo en formato electrónico.

El Autor/a habrá de poner inmediatamente en conocimiento de la Universidad cualquier error o incidencia de la cual tenga conocimiento en relación con el trabajo con el objeto de que la Universidad pueda actuar en consecuencia.

3. Condiciones técnicas particulares

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares comprende el conjunto de características que deberán cumplir los materiales empleados en la construcción, así como las técnicas, si las hubiese, en su instalación.

3.1. Instalación eléctrica

3.1.1. Condiciones de los materiales

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto).

Conductores eléctricos:

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete.

Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

Identificación de los conductores:

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Aparatos de protección:

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998. Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

3.1.2. Pruebas reglamentarias

Comprobación de la puesta a tierra:

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

3.1.3. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Obligaciones del usuario:

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

3.1.4. Certificados y documentación

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

3.1.5. Libro de órdenes

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente. Se podrá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

3.2. Compatibilidad electromagnética de los componentes electrónicos

Los componentes electrónicos de la instalación deberán estar regulados por el Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, que regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos que puedan crear perturbaciones electromagnéticas, o cuyo normal funcionamiento pueda verse perjudicado por dichas perturbaciones, exigiendo que cumplan un nivel adecuado de compatibilidad electromagnética a fin de garantizar el funcionamiento del mercado interior.

3.3. Hardware y software

3.3.1. Hardware

El PC necesario para la comunicación con el PLC que controla la instalación deberá disponer como mínimo de una CPU 800 MHz y una capacidad de memoria de 256 MB de RAM. Además deberá tener una tarjeta gráfica VGA de 124 MB como mínimo, 5 GB libres en el disco duro, y ratón para el manejo del interfaz.

La pantalla de visualización deberá ser de 14 pulgadas en color como mínimo, para la correcta visualización de la máquina.

Formación del usuario y responsabilidad ante funcionamiento incorrecto.

El usuario deberá tener conocimientos de electrónica y electricidad.

El incorrecto funcionamiento del algoritmo puede deberse a:

- El cableado del PLC de control o de la pasarela no es el correcto.

Es obligación del usuario la revisión de todo el cableado antes del inicio de cada ensayo, así como su correcta reparación si la hubiese.

3.3.2. Software

Formación del usuario y responsabilidad ante funcionamiento incorrecto.

El usuario deberá tener conocimientos de Windows.

El usuario deberá conocer la norma IEC-61131-3 para poder programar correctamente el PLC destinado al control.

El usuario deberá tener conocimientos de programación en C++, y en la programación de microcontroladores.

El incorrecto funcionamiento del programa puede deberse a:

- Incorrección en la introducción de los parámetros presión botella, temperatura, energía excedente.

Es obligación del usuario la correcta introducción de los datos y parámetros.

- Introducir alternativas incorrectas:

Es responsabilidad del usuario la elección de los parámetros de diseño.

4. Presupuesto

Para el cálculo del presupuesto se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los costes que se mostrarán estarán expresados en Euros a no ser que se especifique lo contrario.
- Se tomarán dos decimales para las cantidades económicas, redondeando en el caso de que sea necesario.

Esta primera tabla del presupuesto nos muestra detalladamente los elementos que componen el prototipo de la tarjeta electrónica High Ripple Card, el precio unitario de cada elemento diferente, y el importe total gastado en cada elemento teniendo en cuenta el número total de unidades que se usan para su elaboración.

| Item | Nº de UDS. | Descripción | Precio Unit. Euros | Importe Euros |
|------|------------|-------------|-----------------------|------------------|
|------|------------|-------------|-----------------------|------------------|

CAP. 1 Prototipo Tarjeta Electrónica High Ripple Card

| | | | | |
|------------|----------|--------------------------------|-------------|-------------|
| 1.1 | 4 | Amplificador operacional UA741 | 0.30 | 1.20 |
| 1.2 | 1 | Amplificador operacional LM311 | 0.45 | 0.45 |

| | | | | |
|------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| 1.3 | 1 | Amplificador operacional INA117 | 6.10 | 6.10 |
| 1.4 | 1 | Diodo 1N4148 | 0.10 | 0.10 |
| 1.5 | 1 | Diodo zener 5,1V y 1/2W | 0.10 | 0.10 |
| 1.6 | 1 | Potenciómetro de ajuste horizontal PT10H - 50KOhmios | 0.50 | 0.50 |
| 1.7 | 12 | Resistencias de película de carbón. Diferentes valores comprendidos entre 1K y 82K con 1/4W de potencia y una tolerancia del 5% | 0.25 | 3.00 |
| 1.8 | 15 | Condensadores cerámicos de disco. Diferentes valores entre 100nF y 470 nF | 0.15 | 2.25 |
| 1.9 | 1 | Relé de 12V con dos contactos conmutados 40.52.9.012.0000 | 2.10 | 2.10 |

La producción del prototipo de la tarjeta High Ripple Card tiene un coste total de 15.80€

Coste Personal:

Para calcular el coste del personal se van a detallar las personas que han participado en el proyecto y el peso que han llevado en él. El coste por hora de cada persona del proyecto ha sido definido por un valor aproximado de lo que se está cobrando en la actualidad.

En la siguiente tabla se va a mostrar el nombre de las personas que han participado en el proyecto, su categoría, su coste a la hora, el número de horas totales que han dedicado al proyecto y finalmente el coste total. Además se mostrará el coste total del personal, sumando el coste personal de cada uno.

El coste que le supondría a la empresa el personal cualificado en ingeniería para llevar a cabo el diseño y pruebas del prototipo:

| Nombre | Categoría | Euros/Hora | Horas Totales | Coste Total |
|----------------------|------------------|------------|---------------|-------------|
| Enric Tamarit Iborra | Ingeniero Junior | 20 | 100 | 2000 |
| Carlos Sánchez Díaz | Ingeniero Senior | 36 | 10 | 360 |

El coste total de la contratación de ingenieros especializados asciende a 2360€

Por lo que el coste total del trabajo realizado, es decir del material comprado y del valor intelectual del trabajo de los ingenieros ascendería a 2375.80 €, por lo que se puede ver que el coste en investigación y realización del proyecto es con diferencia el más importante, dado que el coste de los materiales usados es muy bajo en comparación.

Para el coste anteriormente citado no se tienen en cuenta el valor económico de utensilios, como pueden ser ordenadores, fuentes de alimentación, placas board, cableado, osciloscopios, etc. ya que se ha usado sin coste alguno gracias a la cesión de ellos por parte de la Universidad Politécnica de Valencia y la empresa Tecnicat Group.

Coste de Producción Industrial:

Como la producción de la High Ripple Card se hizo efectiva en la realidad para la empresa Tecnicat_Group, para la cual hemos diseñado la tarjeta electrónica, una vez comprobado el correcto funcionamiento del circuito eléctrico con el prototipo se contrató a una empresa encargada de hacer del prototipo de la High Ripple Card a partir de los planos.

Los costes de hacer de la tarjeta electrónica un circuito integrado con componentes electrónicos SMD a cargo de la empresa GB Indelec son los siguientes:

| Item | Nº de UDS. | Descripción | Precio Unit. Euros | Importe Euros |
|------|------------|-------------|-----------------------|------------------|
|------|------------|-------------|-----------------------|------------------|

CAP. 2 Tarjeta Electrónica High Ripple Card

| | | | | |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-------|------|
| 1.1 | 100 | High Ripple Card (HRC) o Tarjeta Fallo Rizado (TFR) | 12.50 | 1250 |
|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-------|------|

El coste final del producto para la empresa Tecnicat_Group con una tirada de producción de 100 unidades será de 12.50€ por unidad lo que supondrá un desembolso de 1250€.

Este coste se ve reducido respecto al prototipo ya que cuenta con una producción de 100 unidades y con los descuentos en el precio de los componentes electrónicos que obtiene Tecnicat_Group gracias a su convenio y acuerdo de precios con GB Indelec

El precio de venta del producto ya terminado para los clientes de Tecnicat_Group será de 20€ por unidad en cada equipo que así lo requiera, con esto la finalidad de la High Ripple Card para Tecnicat_Group no es una obtención grande de beneficios, sino cubrir los costes de producción y el valor añadido de poder ofrecer a sus clientes esta tarjeta electrónica para los equipos que ellos fabrican y venden, los nombrados equipos cargadores de baterías.

Coste de Digitalización del sistema:

| Item | Nº de UDS. | Descripción | Precio Unit. Euros | Importe Euros |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------|-----------------------|------------------|
| CAP. 3 Sistema de programación y comunicación Arduino | | | | |
| 1.1 | 1 | Placa Arduino Leonardo | 25 | 25 |
| 1.2 | 1 | Placa Arduino Shield Ethernet | 15 | 15 |
| 1.3 | 1 | Ordenador | 300 | 300 |

El coste del material necesario para nuestro tercer montaje, incluirá el Hardware mencionado en la tabla anterior, el suficiente para conseguir una comunicación entre el equipo cargador de baterías y el usuario que controle el rizado. Este tendrá un coste total de 340€.

Para poder saber que coste real tendría para una empresa, debemos incluir el coste del personal cualificado que trabajara para que la digitalización y la comunicación sea posible, mediante la instalación del mismo en los equipos, como la programación requerida para que cumpla las funciones deseadas.

Coste Personal:

Para calcular el coste del personal se van a detallar las personas que han participado en el proyecto y el peso que han llevado en él. El coste por hora de cada persona del proyecto ha sido definido por un valor aproximado de lo que se está cobrando en la actualidad.

En la siguiente tabla se va a mostrar el nombre de las personas que han participado en el proyecto, su categoría, su coste a la hora, el número de horas totales que han dedicado al proyecto y finalmente el coste total. Además se mostrará el coste total del personal, sumando el coste personal de cada uno.

El coste que le supondría a la empresa el personal cualificado en ingeniería para llevar a cabo la digitalización, programación y comunicación del equipo será:

| Nombre | Categoría | Euros/Hora | Horas Totales | Coste Total |
|----------------------|------------------|------------|---------------|-------------|
| Enric Tamarit Iborra | Ingeniero Junior | 20 | 20 | 400 |
| Carlos Sánchez Díaz | Ingeniero Senior | 36 | 2 | 72 |

El coste total de la contratación de ingenieros especializados asciende a 472€

Por lo que el coste total del trabajo realizado en este apartado, es decir del material comprado 340 € y del valor intelectual del trabajo de los ingenieros 472€ ascendería a un total de 812€

Costes Indirectos:

En cualquier proyecto se tienen que valorar unos costes indirectos, como pueden ser el agua, la luz, el alquiler de equipos y materiales, etc.

En este caso vamos a presupuestar estos costes indirectos en un 5% del total del dinero presupuestado para la realización y montaje de todos los diferentes procesos y montajes de la tarjeta electrónica diseñada.

Por lo que aplicaremos un 5% a todos los presupuestos anteriormente citados:

El 5% del Cap. 1 Prototipo Tarjeta Electrónica High Ripple Card, equivale a $2375.80 \cdot 0.05 = 118.79$ €

El 5% del Cap. 2 Tarjeta Electrónica High Ripple Card, equivale a $1250 \cdot 0.05 = 62.50$ €

El 5% del Cap. 3 Sistema de programación y comunicación Arduino, equivale a $812 \cdot 0.05 = 40.60$ €

Por lo que el presupuesto en conjunto de los costes indirectos será la suma de las tres cantidades calculadas al 5%, $118.79€ + 62.50€ + 40.60€$.

El coste total de los costes indirectos en la realización del proyecto ascenderá a 221.89€

Resumen final del presupuesto con los costes por partidas:

Materiales:

15.80€ para el Cap. 1 del presupuesto.

1250€ para el Cap. 2 del presupuesto.

340€ para el Cap. 3 del presupuesto.

Por lo que el coste total en materiales en el proyecto es la suma de los tres anteriores, que equivale a un total de 1605.80€.

Mano de obra:

2360€ para el Cap. 1 del presupuesto.

0€ para el Cap. 2 del presupuesto.

472€ para el Cap. 3 del presupuesto.

Por lo que el coste total en mano de obra para el proyecto es la suma de los tres anteriores, que equivale a un total de 2832€.

Indirectos:

118.79€ para el Cap. 1 del presupuesto.

62.50€ para el Cap. 2 del presupuesto.

40.60€ para el Cap. 3 del presupuesto.

Por lo que el coste total en costes indirectos para el proyecto es la suma de los tres anteriores, que equivale a un total de 221.89€.

Coste final:

El coste final del proyecto viene dado por la suma de todas las cantidades presupuestadas en cada partida, en el apartado anterior queda detallado que cantidades corresponden a cada una.

El coste final del proyecto asciende a un total de 4.659.69€