

DISEÑO DE PROTOTIPO PARA DE MONITOREO DE BATERIAS
MONOBLOCK EN PROCESOS DE MANTEMINIENTO

SOLANO PERÉZ ELIBERTO

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

BOGOTÁ D.C

2017

DISEÑO DE PROTOTIPO PARA DE MONITOREO DE BATERIAS
MONOBLOCK EN PROCESOS DE MANTEMINIENTO

SOLANO PERÉZ ELIBERTO

ASESOR DE TRABAJO

BORDA RODRIGUEZ RENE FERNANDO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROFESIONAL EN
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

UNIVERSITARIA AGUSTINIANA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

BOGOTÁ D.C

2017

NOTA DE ACEPTACION

FIRMA DEL JURADO

Bogotá, noviembre de 2017

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mi papá, Jairo Solano Lucas quien hasta su último día de vida me acompañó en mis propósitos académicos, estuvo conmigo cada día brindándome su apoyo incondicional y ayudándome de muchas formas. A mi madre Marina Pérez Herrera, quien siempre me ha apoyado sin importar que tan duras eran las jornadas laborales, académicas y en general a mi núcleo familiar, quienes confiaron en mí desde un comienzo y siempre me han acompañaron durante este largo proceso. Quizás no siempre con las palabras correctas, pero siempre con la predisposición de ayudarme y colaborarme de forma incondicional. *Eliberto Solano Pérez*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universitaria Agustiniiana por permitir homologar y así mismo abrir sus puertas y brindarme durante 5 (cinco) años buena formación moral y académica, siempre pensando en la lucha que vendrá luego de la culminación de mis estudios de pregrado.

Agradezco a nuestra decana, Ing. Nidia García Roa por apoyarme durante este proceso y por estar siempre atenta a nuestras solicitudes y requerimientos, no solo para aconsejarnos si no para guiarnos por el camino de un buen profesional, con paciencia y entusiasmo sus más grandes cualidades.

Agradezco a mi tutor Rene Borda por el apoyo, paciencia y empeño durante este proceso ya que su forma estricta pero muy amigable me encamino por el sendero del éxito para del proyecto.

En general equipo de trabajo, estudiantil y docente de la ingeniería en Telecomunicaciones los cuales hicieron posible este proyecto, sin el esfuerzo de estos no se hubiese cumplido con dicho propósito. Que con dedicación y esmero se culminara una etapa más en la vida

RESUMEN

En este proyecto, se construirá un prototipo en el cual se pudo visualizar, monitorear y el voltaje y la corriente de descarga de baterías monoblock, con el fin de automatizar y sofisticar el diagnóstico de la vida útil y capacidad actual de las mismas. Tomando como base las pruebas de capacidad (Carga – descarga) las cuales son la forma más apropiada de determinar las condiciones actuales de las baterías

Teniendo en cuenta las grandes posibilidades que ha generado la aparición y evolución del Internet, apoyándonos en una de sus ventajas como lo es el poder estar conectados desde cualquier lugar y momento, surge la posibilidad de mediante una tarjeta Raspberry pi 3 (dispositivo inteligente), algunos sensores e integrados, obtener valores en tiempo real, los cuales pudieron verse desde cualquier parte del mundo en la cual se cuente con acceso a internet.

El desarrollo del proyecto se realizó con un estudio sobre las tarjetas, módulos o dispositivos son capaces de recibir información y transmitirla por medio de Wifi a una base de datos alojada en un servidor, y de allí se logró tomar esta información, graficarla de una forma amigable y entendible que nos brinde todos los recursos necesarios para tomar decisiones sobre acerca de la continuación o no de estas baterías como soporte eléctrico de los dispositivos en general.

ABSTRACT

In this project, a prototype will be built in which it will be possible to visualize, monitor and the voltage and discharge current of Monoblock batteries, in order to automate and sophisticate the diagnosis of their useful life and current capacity. Based on the capacity tests (Charge - discharge) which are the most appropriate way to determine the current conditions of the batteries

Taking into account the great possibilities that the emergence and evolution of the Internet has generated, relying on one of its advantages such as being able to be connected from any place and time, the possibility arises through a Raspberry pi 3 card (smart device), some sensors and integrated, get values in real time, which can be seen from anywhere in the world in which you have access to the internet.

The development of the project was carried out with a study on the cards, modules or devices are able to receive information and transmit it via Wi-Fi to a database hosted on a server, and from there to take this information, graph it in a friendly way and understandable that we provide all the resources necessary to make decisions about the continuation or otherwise of these batteries as electrical support devices in general.

Contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION..... | 10 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACION | 11 |
| Planteamiento del problema | 11 |
| Pregunta de Investigación..... | 11 |
| JUSTIFICACION..... | 12 |
| OBJETIVOS..... | 13 |
| Objetivo General | 13 |
| Objetivos específicos..... | 13 |
| MARCOS DE REFERENCIA | 14 |
| Marco Teórico | 14 |
| Marco Conceptual | 16 |
| Marco Geográfico..... | 23 |
| Marco Legal..... | 24 |
| Marco Metodológico | 26 |
| Metodología de la investigación..... | 26 |
| Tipo de investigación | 26 |
| Etapas de proceso cuantitativo | 26 |
| DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 28 |
| Presupuesto..... | 28 |
| Diseño eléctrico y electrónico | 29 |
| ADC (analog to digital converter):..... | 29 |
| Adquisición de datos (voltaje):..... | 30 |
| Adquisición de datos (Temperatura): | 31 |
| Adquisición de datos (Corriente): | 32 |
| Simulaciones..... | 9 |
| Elaboración o construcción circuito físico | 11 |

| | |
|--|----|
| Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico..... | 13 |
| Ilustración 22: Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico #1 | 14 |
| Resultados pruebas preliminares (Circuito eléctrico o electrónico)..... | 15 |
| Diseño de Software..... | 17 |
| Lectura de puertos | 17 |
| Tratamiento de datos. | 18 |
| Conexión con página web (IoT). | 18 |
| Pruebas preliminares (Software) | 19 |
| Visualizaciones de datos..... | 20 |
| Conclusiones..... | 25 |
| Recomendaciones | 25 |
| Bibliografía..... | 26 |
| Lista de ilustraciones | 29 |
| Lista de tablas | 30 |
| Vocabulario | 30 |
| Anexos..... | 32 |
| Diagrama de bloques Proyecto..... | 32 |

INTRODUCCION

La presente investigación se desarrolló con el objetivo de diseñar un sistema que monitoree en tiempo real los procesos de carga y descarga de baterías, por lo tanto, satisface la necesidad de poder verificar las características eléctricas, ser informado del entorno que rodea las mismas. En la actualidad existen diferentes problemáticas, que se pueden abordar mediante una conexión a internet, este proyecto propone y plantea un enfoque sofisticado a procesos tan tediosos como lo son las pruebas de capacidad para acumuladores de energía.

Existen diversas aplicaciones que contribuyen al mejoramiento de los procesos de mantenimiento a redes y componentes eléctricos, al realizar estas investigaciones se dan soluciones a problemáticas que nacen en los procesos de la industria en general, del como con una tecnología debe evolucionar de forma global y eficiente. La investigación también aporta conocimientos a estudiantes e individuos interesados en esta área del saber.

Esta investigación se enfoca en cómo desarrollar y diseñar un prototipo capaz de medir y enviar la información a través de internet para su análisis y visualización, el cuerpo del trabajo se divide en 3 (tres) capítulos secuenciales. En el primer capítulo se aborda el tema en contexto de que son los acumuladores de energía, tipos y características de los mismos.

El segundo capítulo trata acerca de cómo, cuándo y dónde se realizó el trabajo que componentes se utilizaron. Así mismo se define los principios del envío de la información a la nube para que desde allí pueda visualizarse mediante una página web. Por último, el tercer capítulo se enfoca en la recolección y visualización de los datos obtenidos mediante el prototipo diseñado así mismo habla de cómo poderlos interpretar y como se podría dar un diagnóstico basándose en estos datos.

PROBLEMA DE INVESTIGACION

Planteamiento del problema

La necesidad de tener un soporte o respaldo eléctrico ha llevado a la industria a utilizar generadores alternos y acumuladores de energía para poder minimizar o mitigar posibles fallos. Independientemente del tipo de respaldo que se utilice estos deben de tener un mantenimiento y una supervisión constante con el fin de detectar posibles fuentes de riesgo, fallos o condiciones adversas que pueda afectar el posible funcionamiento de los mismos. (Comunicación personal, 18 de agosto, 2015)

Para ello se usan una serie de pruebas como lo son capacitancia, resistividad, verificación visual y pruebas de capacidad. Las pruebas de capacitancia y resistividad de los acumuladores se realizan por medio de dispositivos especializados para tal función (estas pruebas son muy comunes en la industria de los acumuladores de energía, pero no por ello son las más confiables, ya que estas dos características que se pretenden medir, dependen de otros factores externos e internos de las mismas, lo cual las hacen más propensas a los fallos y malas interpretaciones al momento de visualizar los resultados), esta última “las pruebas de capacidad”, son quizás las más usadas, y de mayor confiabilidad ya que me permite ver el estado eléctrico actual de cada acumulador (batería), de igual forma son las que menos tienden a malas interpretaciones al momento de visualizar los resultados. No obstante, son pruebas que demandan un gran desgaste logístico en la compañía o lugar donde se encuentran los acumuladores, sino que también es una causal de riesgo debido a que se deben desconectar de los equipos que se encuentran soportando, además los sistemas de monitoreo de baterías actualmente no son muy asequibles a las compañías debido a su alto costo, complejidad a la hora del manejo. En muchos casos son en condición de renta y atado al equipo, viene la supervisión de la compañía dueña del equipo, lo que además de tener algunas ventajas, incrementa el riesgo al permitir el ingreso a personal ajeno a la compañía. (csa.megger, s.f.) (DialNet, s.f.) (Tomas, s.f.)

Pregunta de Investigación

En el sector industrial el almacenamiento de energía para respaldo juega un papel importante, ya que se debe asegurar la constante alimentación eléctrica de los equipos, con el fin de eliminar posibles fallos eléctricos en los mismos ¿Cómo contribuir con el control y el monitoreo eléctrico de los acumuladores de energía con bajo costo de fabricación?

JUSTIFICACION

El desarrollo de las comunicaciones y sus vertiginosos avances ha conducido a la implementación y evolución de las tecnologías móviles, tecnologías que usan sistemas eléctricos propios e independientes, lo cual forzosamente condujo a la fabricación y evolución de sistemas de almacenamiento de energía (por ejemplo: Baterías).

Ahora bien, en los sistemas industriales tanta cantidad de procesos e información en constante movimiento requiere que sus sistemas eléctricos y respaldo (baterías) se encuentren en un estado óptimo, con el fin de evitar afectaciones a sus servicios, las cuales significan pérdidas significativas de dinero. El mantener en óptimo estado se debe tener en cuenta que estos acumuladores de energía sin importar su fabricación se ven afectadas por diferentes aspectos como lo son temperatura ambiente, tiempos entre mantenimientos, ciclos de descarga. Etc.

Por ese motivo, se requiere no solo de un plan de mantenimientos y seguimientos rigurosos, sino que también de sistemas no invasivos que funcionen en paralelo y se encargue de supervisar las pruebas de descarga que se efectúan en dichos mantenimientos. Esto contribuiría de gran manera a la toma de decisiones con respecto al cambio o mejoramiento de las condiciones de las mismas, y al mismo tiempo realizar estas pruebas de una manera más segura y confiable, con poco desgaste de personal técnico encargado de los mismos, y minimizando cualquier riesgo durante dichos manteamientos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un prototipo capaz de monitorear voltaje y corriente de baterías estacionarias monoblocks industriales.

Objetivos específicos

- Determinar los principios de mantenimiento y supervisión eléctrica de las baterías industriales.
- Realizar un estudio sobre las diferentes características que debe tener el software y hardware necesarios en el monitoreo de baterías.
- Implementar un prototipo de monitoreo en el proceso de descarga de baterías.
- General mediante un prototipo de monitoreo la información necesaria con el fin de dar un diagnóstico del estado actual de las baterías.

MARCOS DE REFERENCIA

Marco Teórico

El uso de las baterías independientemente de su material de fabricación ha sido y se estima que será un elemento utilizado tanto en la industria como en diferentes aplicaciones, debido a las características de respaldo energético que brindan. Ahora bien

El rendimiento de las baterías es algo que preocupa y es un asunto de suma importancia a nivel industrial, más aún con el desarrollo de nuevas tecnologías limpias (energías renovables), ya que estas necesitan acumuladores de un muy alto rendimiento debido a los ciclos de descarga a los cuales se ven enfrentadas, tiempos de uso y zonas de instalación. Debido a eso la demanda por un sistema de monitoreo para estos dispositivos va en aumento, ya que estos sistemas permiten determinar y de cierto modo predecir el comportamiento, la vida útil de estos en tiempos y bajo cargas determinadas. Pero más allá de todo esto se quiere controlar el sistema eléctrico que encierran la batería, debido a que si se somete a una descarga prolongada y esta descarga rompe con el nivel de voltaje de corte o voltaje final de descarga puede ser extremadamente perjudicial para la batería, ya que podríamos estar hablando de la pérdida de material electroquímico, por sulfatación, (está pérdida en algunos casos puede provocar un daño irreversible de la batería). Este voltaje de corte está descrito en la ficha técnica de cada batería (entregada por el fabricante, ya que es el único que lo conoce realmente). Es en este punto donde entra en juego los sistemas de monitoreo y control, ya que no solo deben informar, deben poder actuar, calibrar y mantener los niveles de voltaje, corriente y temperatura en valores ideales.

(Ching-Chuan Wei, Chi-Han Yu, & Lawrence Chiang, n.d.)“Se estima que un 80% de los módulos fotovoltaicos (PV) se usan en aplicaciones independientes”, es allí donde el uso de las baterías de plomo ácido tienen un valor importantísimo. Estos acumuladores de plomo ácido tienen características diferentes a otros usadas en aplicaciones más comunes (estas baterías debido a estos materiales que la componen no tienen los mismos ciclos de descarga que las baterías usadas en otras aplicaciones de recarga ininterrumpidas). Debido a ello es que podemos ver como la duración acortada de las baterías influye directamente en los costos totales de sistema PV, (se calcula que el valor de las baterías contribuye con un 40% sobre el costo total de estos sistemas). El aumento de la vida útil de estas contribuirá radicalmente con el aumento de la confiabilidad los sistemas PV y de igual forma con la reducción del costo de instalación, y mantenimiento de los mismos. Pero, ¿Cómo lograr el aumento de la vida útil de estas baterías?, la respuesta está en la no exposición de estas a procesos de descarga extrema o por el contrario de sobrecarga extrema, ni muchas menos temperaturas de funcionamiento críticas. De allí que los BMS, sean tan útiles.

Pero porque hablamos de sistemas de energía renovable cuando nos referimos a baterías, es que debido al calentamiento global estas sistemas de energía limpia es un tema importante a nivel

mundial, lego de muchos estudios y avances tecnológicos referentes a este tema se ve con gran simpatía el uso de la luz solar como fuente de energía eléctrica es por eso que en países como Alemania, Japón entre muchos otros han hecho un fuerte esfuerzo por mejorar este desastroso efecto (Alemania en los últimos años ha puesto un nivel aceptable en la producción de este tipo de energía con un 22.5% de su energía total, por otro lado Japón ha sido el primer país del mundo en establecer un política de subsidiaria para la implementación de este tipo de energía renovables y más aún la energía solar). En este tipo de energía renovable existen tres marcos:

- El primero de ellos, hace referencia a la producción de energía solar solamente cuando la energía (ac), o energía comercial falle, no obstante, la producción de esta energía en momentos de no consumo o lo excesos se inyecta a la red eléctrica.
- El segundo hace referencia a un sistema fuera de red, es decir poder almacenar este tipo de energías en acumuladores, con el fin de usarla más adelante (es en este punto donde el valor de los sistemas BMS aumenta significativamente)

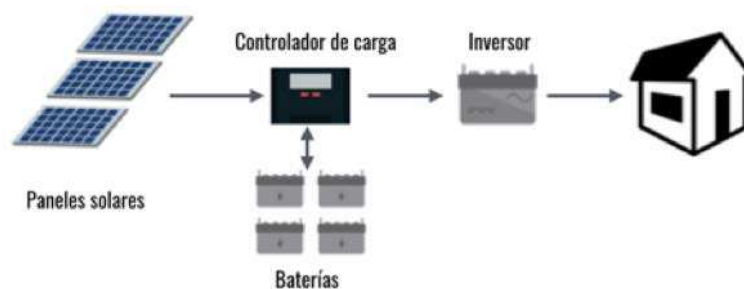


Ilustración 1: Sistema Solar con Baterías (Supply, s.f.)

- El tercer marco es un sistema híbrido en la cual estos sistemas solares o PV trabajan a la par con la energía comercial compensando la potencia cuando el sol irradia más su luminiscencia, además este sistema también está en capacidad de inyectar energía a la red, lo que contribuye a un ahorro económico significativo.

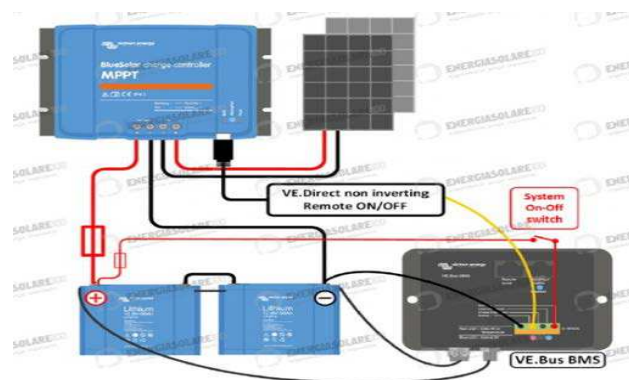


Ilustración 2: BMS en sistemas solares (energiasolare100, s.f.)

No solo en sistemas de energía renovables podemos ver el uso y la aplicación de los BMS, también en sistemas portables (teléfonos inteligentes, GPS, computadores, alarmas. Etc.) donde la gestión de la batería es algo que también es pieza fundamental en su operación diaria, podemos ver que estos sistemas portables tienen tres formas de cargar las baterías, voltaje constante (CV), corriente constante (CC), y PWM (pulso), siendo este último el que podría permitir que la reacción química de la batería dure un poco más, reducir el aumento de la temperatura y así mismo extender la vida útil de los acumuladores. Detrás de este control existe un BMS, capaz de capturar datos, controlar las variables externas, enviar información acerca del rendimiento. Etc.

Otra aplicación de los BMS la vemos más claramente en el vehículo eléctrico cuyas baterías de litio pueden ser capaces de generar altos niveles de voltaje y corriente. El aumento en las ventas de estos vehículos como competencia directa de los vehículos convencionales de combustión, están ganando gran terreno gracias al uso de energías no contaminantes, y si bien el aumento en la ventas de estos también significa un aumento en sistemas de monitoreo y control, abriendo un gran mercado para los mismos (lo cuales para este tipo de aplicación deben estar en la capacidad de estimar y monitorear voltaje, corriente y rangos remanentes de estas , adicionalmente deben predecir capacidad total, vida útil, estado de la salud, y estado de la función). (Ieee Explore, 2017)

Luego de ver todo esto vemos el gran potencial que tienen este tipo de sistemas de control, actualmente en todas las aplicaciones estos están construidos bajo el uso de un PC, quien es el cerebro detrás de toda la operación, pero así mismo el costo es elevado debido a que estos PC deben tener características un poco especiales, ya que la ubicación de estos en la aplicación cuales quiera que sea es muy compleja, de allí el aumento en el valor de estos. (Ching-Chuan Wei, 2017)

Precisamente por tantas circunstancias de aumento en costos de fabricación, mantenimiento. Entre otras en que los sistemas BMS han estado migrando a tecnología libres y de bajo costo, Por ejemplo, placas como Arduino, Raspberry y sus similares son una excelente opción gracias a su bajo costo, robustez y escalabilidad. (Ching-Chuan Wei, 2017)

Marco Conceptual

Raspberry Pi 3

Se trata de una pequeña placa base (mini computador) de al menos 85 x 54 milímetros que posee todo lo que podría contener un computador de escritorio pero mucho más pequeños tanto en dimensiones como en características (incluyendo su bajo costo el cual no supera en esta

version los 73 dolares), no obstante no deja de ser un gran dispositivos capaz de realizar casi cualquier proyecto de domotica, investigacion, academico, etc. (computerhoy, s.f.)



Ilustración 3 Raspberry Pi 3 (www.raspberrypi.org, s.f.)

Las características de la Raspberry pi 3 son bastante atractivas

- Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit CPU
- 1GB RAM
- BCM43438 wireless LAN and Bluetooth Low Energy (BLE) on board
- 40-pin extended GPIO
- 4 USB 2 ports
- 4 Pole stereo output and composite video port
- Full size HDMI
- CSI camera port for connecting a Raspberry Pi camera
- DSI display port for connecting a Raspberry Pi touchscreen display
- Micro SD port for loading your operating system and storing data
- Upgraded switched Micro USB power source up to 2.5A

Ilustración 4 Características Raspberry Pi 3 (www.raspberrypi.org, s.f.)

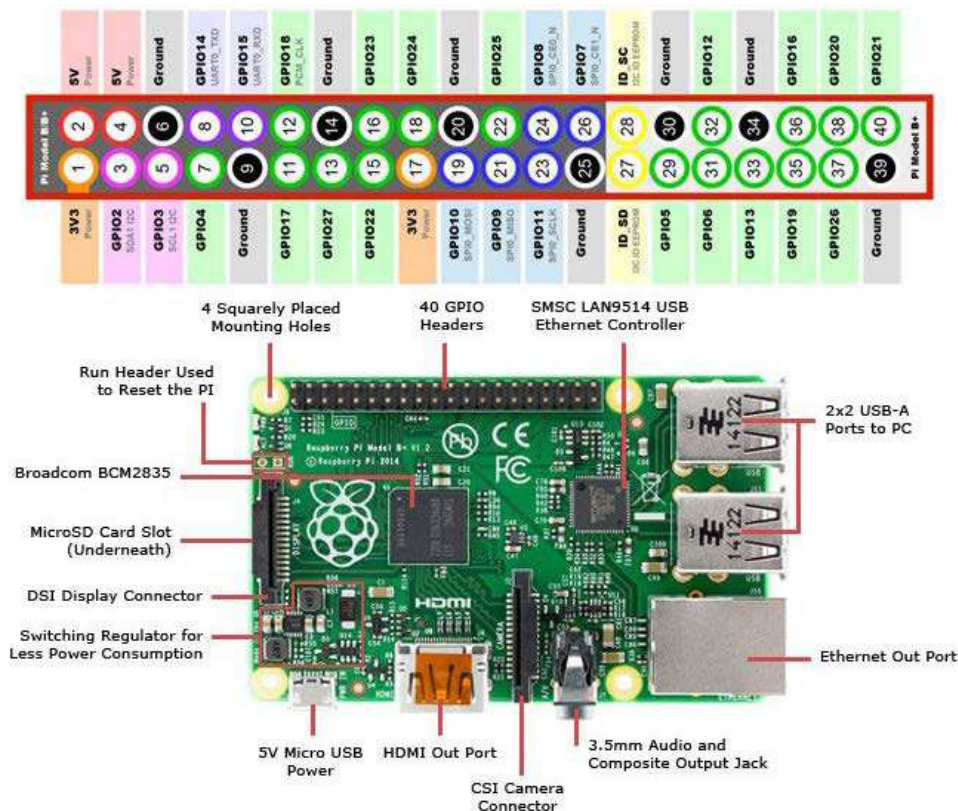


Ilustración 5 Características y diagrama de pines Raspberry Pi 3 (www.jameco.com, s.f.)

Sensor de temperatura.

Es un dispositivo capaz de cambios de temperatura en señales eléctricas para luego ser procesadas por algún dispositivo, existen tres tipos de sensores de temperatura:

- Termistor: Este tipo de sensor funciona bajo el concepto de variación de resistencia en función de la temperatura, existen dos tipos NTC (al aumentar la temperatura disminuye la resistencia) y PTC (al aumentar la temperatura aumenta la resistencia) (medirtemperatura.com, s.f.)
- RTD (resistance temperature detector). Está basado en la variación de resistencia con la temperatura, formado por dos metales como por ejemplo platino, cobre, níquel. (medirtemperatura.com, s.f.)
- Termopar: También conocido como termocupla, está formado por dos metales, que funciona bajo el principio de efecto termoeléctrico (conversión del calor en electricidad). (medirtemperatura.com, s.f.)

Sensor LM35

El sensor LM35 es un sensor de temperatura digital, cuyo funcionamiento se basa en la medición de su resistencia eléctrica, este sensor entrega un nivel de voltaje proporcional a la temperatura detectada. Este valor de voltaje es de 10mV por cada grado centígrado detectado. Este posee un rango de temperatura de mínimo -55°C (-550mV) hasta un máximo de 150°C (1500mV), con una precisión de $0,5^{\circ}\text{C}$ (jnsanchez, s.f.)

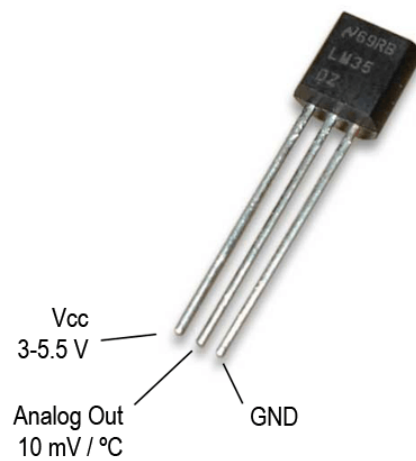


Ilustración 6 Esquema eléctrico LM35 (www.luisllamas.es, s.f.)

ADC (analog to digital converter)

Es un dispositivo capaz de convertir o codificar señales análogas en digitales, con el fin de ser procesados por otros dispositivos electrónicos de una manera más rápida y eficiente.

ADC0808

Este componente es un integrado diseñado para la adquisición de datos con una resolución de 8 bits, este posee características como mínima dependencia a la temperatura, bajo tiempo de conversión, mínimo consumo de energía, entre muchas otras. (Instrument, 2003)

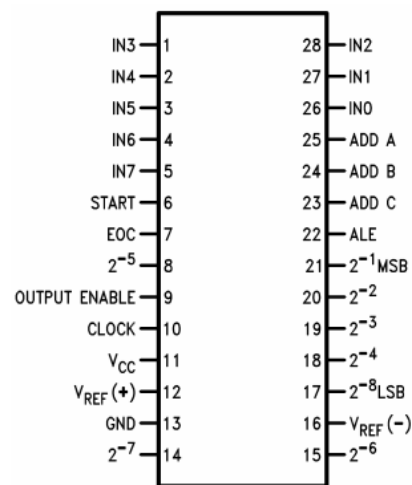


Ilustración 7 ADC0808 (Instrument, 2003)

Base de Datos.

Es un conjunto de datos sistemáticos de un mismo contexto, almacenados de manera ordenada para un posterior uso, existen muchos softwares diseñados para este propósito los cuales brindan confiabilidad, robustez, y agilidad en el almacenamiento de estos, además de ser muy amigables para el administrador de la información. (www.maestrosdelweb.com, s.f.)

IDE (Integrated Development Environment),

Se podría definir como un software completo capaz de proporcionarle al desarrollador un conjunto completo de herramientas o utilidades suficientes para la creación de un nuevo conjunto de rutinas, secuencias en tendrán una función definida.

Python

“Python es un lenguaje de programación poderoso y fácil de aprender. Cuenta con estructuras de datos eficientes y de alto nivel y un enfoque simple pero efectivo a la programación orientada a objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto con su naturaleza interpretada, hacen de éste un lenguaje ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en diversas áreas y sobre la mayoría de las plataformas” (python.org.ar, s.f.)

Internet de las cosas (IoT)

Se refiere a la evolución tecnológica que busca la interconexión de diferentes dispositivos, maquinas, objetos, etc. Al internet, sin importar su función y sin contar con la participación constante del humano para tal conexión, con esto permitimos la facilidad al momento de acceder a la información de dicho objeto y su funcionalidad. (techtarget, s.f.)

Batería

Podemos definirlo con un acumulador de energía a través de un proceso electroquímico de diferentes materiales. En un principio podríamos definirlos en dos tipos: (elo.utfsm, s.f.)

- Las que poseen un solo ciclo de descarga irreversible, es decir solo podemos aprovechar su energía acumulada una sola vez. (elo.utfsm, s.f.)
- Las que poseen muchos ciclos de descarga, ya que su proceso electroquímico puede ser reversible, es decir podemos aprovechar su energía una sola vez, pero podemos recargarla para su siguiente uso. Teniendo en cuenta que estos ciclos de descarga no son infinitos (elo.utfsm, s.f.)

Estos acumuladores poseen varias características que debemos tener en cuenta a la hora de hablar de estas:

- Cantidad de energía que puede almacenar: este valor está descrito como el valor de voltaje nominal del acumulador por la cantidad de corriente máxima (Ah) que puede entregar. (elo.utfsm, s.f.)
- La cantidad máxima de corriente que puede entregar (Descarga): En este punto debemos referirnos un poco a su fabricación, ya que la cantidad de corriente está basada en sus características de fabricación, (por ejemplo: una batería C10= 100^a, es decir que por su fabricación esta batería es capaz de entregar 1000A en 10 horas) (elo.utfsm, s.f.)
- Cantidad de ciclos de descarga: Se refiere a la cantidad o el número de descargas que puede soportar la batería, debemos tener muy claro que los ciclos de descarga son muy diferentes a su vida útil ya que esta última se refiere estrictamente a la durabilidad de

los componentes usados en su fabricación, y los ciclos de descarga tiene no solo relación directa con los materiales de fabricación si no con que tan profundos son estos ciclos cuando la batería está en funcionamiento. Por ejemplo, una batería de plomo ácido tiene una vida útil de 10 años (aprox.), pero puede soportar como máximo 1500 ciclos de descarga. (elo.utfsm, s.f.)

Es decir, aunque la vida útil es de 10 años (para este ejemplo), sus ciclos de descarga están limitados a un máximo de 1500, estos mismos se pueden cumplir en 6 meses, 1 año o quizás hasta en los mismos 10 años. (elo.utfsm, s.f.)

Las baterías podemos no solo clasificarlas por sus componentes de fabricación (níquel-cadmio, litio, zinc, o una unión de estos, etc.) sino que también por su uso, a este último podemos clasificarlas de la siguiente manera:

- Baterías de tracción: Estas baterías las podemos encontrar en montacargas, carretillas locomotoras. Etc. (elo.utfsm, s.f.)
- Baterías de Arranque: Estas baterías las podemos encontrar en los vehículos de combustión. (elo.utfsm, s.f.)
- Baterías estacionarios o industriales: Estas baterías son usadas en aplicaciones fotovoltaicas, telecomunicaciones, etc. (elo.utfsm, s.f.)

BMS (Battery management system)

Se refiere al conjunto de componentes capaces de administrar y /o controlar los efectos o situaciones que afectan las baterías, estos sistemas cumplen la función de un operario con la diferencia que estos trabajan 24/7, pero sin la posibilidad de poder tomar decisiones y realizar acciones necesarias en caso de presentarse algún error grave en las baterías, además de simplemente realizar la desconexión de estas contra el resto del circuito que las alimenta.

Pruebas de capacidad en baterías

Como su nombre lo indica se le conoce como tal a la acción de realizar una descarga controlada durante un tiempo determinado a las baterías (solas o en conjunto), en las siguientes situaciones:

- Mantenimiento preventivo y correctivo: Realizando un proceso electroquímico en las baterías para convertir el sulfato de las placas nuevamente en material químico (revertiendo el proceso quíco causante de la aparición de dicho sulfato).
- Como requisito previo a la puesta en servicio de las mismas o como diagnostico ya que con estas se puede conocer su estado actual, estas pruebas se realizan bajo los parámetros que define el fabricante de las mismas.



Ilustración 8: Prueba de capacidad a baterías (electrosilvania, s.f.)

Resistencia Shunt

“Es una resistencia relativamente pequeña, pero de valor constante, que sirve para ampliar los límites de medición de la intensidad de corriente de algunos aparatos de medida” (EcuRed, s.f.)

Amplificador operacional

“El nombre de amplificador operacional deriva del concepto de un amplificador de (amplificador acoplado en continua) con una entrada diferencial y ganancia extremadamente alta, cuyas características de operación estaban determinadas por los elementos de realimentación utilizados” (HellCase, s.f.)

Marco Geográfico

Esta investigación nace pensando en la necesidad de diseñar un sistema capaz de realizar de manera eficiente el trabajo de un técnico eléctrico cuando de realizar instalaciones, mantenimientos y pruebas en general a las baterías.

Por tal motivo la localización de este diseño se dividirá en dos sitios estratégicos. El primero la universidad agustiniana (sede Tagaste), y bodega de almacenaje de baterías (Siberia. Cundinamarca), en este primer lugar se realizará toda la parte de diseño y pruebas preliminares y finales, mientras que en este último se realizarán las pruebas de campo necesarias para poder dar realmente una solución real a la problemática planteada.

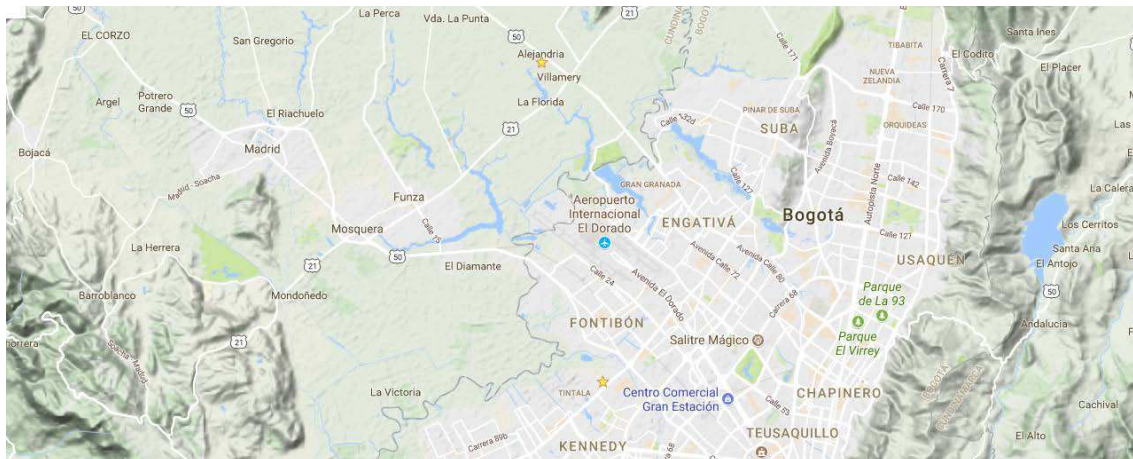


Ilustración 9: Marco Geográfico (Maps, s.f.) (elo.utfsm, s.f.)

Marco Legal

Como nuestro proyecto requiere transmitir información por medio de la tecnología Wifi, debemos tener en cuenta que a nivel nacional, el ministerio de la información y las comunicaciones (MinTic) es “según la Ley 1341 o Ley de TIC, es la entidad que se encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones...Dentro de sus funciones está incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y a sus beneficios.” (MinTic, MinTic, 2016)

Del cual podemos tomar la siguiente normatividad:

| Normatividad | Definición |
|-------------------------|--|
| Ley 1341 de 2009 | "Por la cual se definen Principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones" (MinTic, MinTic, 2009) |
| Resolución 2710 de 2017 | “Por la cual se establecen los lineamientos para la adopción del protocolo IPv6” (MinTic, MinTic, 2017) |
| Resolución 449 de 2013 | “Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225 MHz de espectro radioeléctrico en las bandas de 1.850 MHz a 1.990 MHz, 1.710 MHz a 1.755 MHz pareada con 2.110 MHz a 2.155 MHz y 2.500 MHz a 2.690 MHz para la operación y prestación del servicio móvil terrestre” (MinTic, MinTic, 2013) |

| | |
|--------------------------|---|
| Resolución espectro 4G | "Por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para otorgar permisos para el uso de hasta 225 MHz de espectro radioeléctrico en las bandas de 1.850 MHz a 1.990 MHz, 1.710 MHz a 1.755 MHz pareada con 2.110 MHz a 2.155 MHz y 2.500 MHz a 2.690 MHz para la operación y prestación del servicio móvil terrestre" (MinTic, MinTic, 2013) |
| Concepto Jurídico 622337 | “Reforma Tributaria en aspectos del Sector TIC. Los dispositivos móviles inteligentes excluidos del impuesto sobre las ventas, son todos aquéllos que tienen como características: teclado completo táctil o físico, operan sobre sistemas operativos estándares actualizables, permiten la navegación en Internet, tienen conectividad WIFI, con acceso a tiendas de aplicaciones y soportan las aplicaciones hechas por terceros.” (MinTic, MinTic, 2013) |
| Decreto Ley 1900 de 1990 | "Por el cual se reforman las normas y estatutos que regulan la actividad y servicios de telecomunicaciones y afines". (MinTic, MinTic, 1990) |
| Ley 1341 de 2009 | "Por la cual se definen Principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones" (MinTic, MinTic, 2009) |
| Resolución 2544 de 2009 | "Por la cual se atribuyen unas bandas de frecuencias para su libre utilización dentro del territorio nacional, mediante sistemas de acceso inalámbrico y redes inalámbricas de área local, que utilicen tecnologías de espectro ensanchado y modulación digital, de banda ancha y baja potencia, y se dictan otras disposiciones". (MinTic, MinTic, 2009) |

Tabla 1: Normatividad Colombiana

En cuanto a nivel internacional debemos nombrar a Wifi Alliance, quienes son una organización (red mundial de empresas) que tiene como objetivo impulsar, afianzar y son los encargados de impulsar la evolución de esta tecnología a nivel mundial, además de esto son los encargados de certificar y dar los parámetros para que los dispositivos obtengan dicha certificación.

También la IEEE (organismo que rige la operabilidad de los equipos capaces de conectarse a internet.), con su estándar 802.11n “Estándar IEEE para tecnología de la información - Telecomunicaciones e intercambio de información entre sistemas Redes de área

local y metropolitana - Requisitos específicos Parte 11: Control de acceso medio (LAN) inalámbrico y Capa física (PHY) Especificaciones” (IEEE, 2016).

Marco Metodológico

Metodología de la investigación

Metodología de la investigación sexta edición el enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos secuenciales sin posibilidad de saltarse una etapa ya que conlleva un orden bastante cerrado con la única posibilidad de redefinir etapas (Sampieri R. H., 2015).

En el diseño de un sistema para el monitoreo de acumuladores de energía se debe realizar una recolección de datos (voltaje, corriente, temperatura ambiente) con la mayor exactitud posible, ya que mediante estos datos numéricos se pretende realizar un análisis muy certero acerca de estado actual de cada acumulador. Con el fin de establecer acciones preventivas y correctivas, para que de este modo se pueda asegurar que los sistemas eléctricos que estos soportan pueden tener un respaldo de alta fiabilidad

Tipo de investigación

Durante este proyecto se utilizará una investigación cuantitativa, debido a que realizaremos la recolección de datos, variables numéricas positivas, con el fin de realizar un análisis claro y conciso para que de esta forma poder responder a las preguntas e hipótesis definidas al principio de este documento. No obstante, no nos cerramos a la solución de exclusiva de esta, si no que por el contrario queremos ofrecer una solución completa, que pueda responder a cualquier interrogante cuya solución se pueda definir mediante el análisis y la cuantificación de estas.

Etapas de proceso cuantitativo

El autor en este punto lo define como un conjunto de fases desde que el investigador toma la decisión de actuar, hasta realizar un reporte final, las fases del enfoque cuantitativo según Sampieri son:

Fase 1: Idea

“Refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación: ¿cada cuánto ocurren y con qué magnitud?” (Sampieri R. , 2015)

Para este caso la necesidad de tener a la mano un dispositivo capaz de medir y realizar un seguimiento constante a estas medidas, con una visualización clara desde el inicio hasta el final de la toma de datos.

Fase 2: Planteamiento del problema

En esta fase se analiza la problemática de poder contar con un dispositivo asistente que nos ayude con la toma de medidas y visualización de resultados, para evitar el desgaste actual de recursos económicos, logísticos y humanos. Teniendo en cuenta que el avance tecnológico y de la industria no admiten pérdida de estos recursos y quien mejore sus procesos tendrá un plus que al final será la diferencia en su medio.

Fase 3: Revisión de la literatura y desarrollo de marco teórico

El desarrollo del marco de referencia, conceptual y teórico, se basa en la evolución y componentes necesarios en el diseño y la fabricación de un sistema BMS, con sus características, funcionalidades incluyendo también sus posibles errores.

Fase 4: Desarrollo del diseño de investigación

El desarrollo de dispositivo BMS es exageradamente esencial para la industria, debido a que por medio esta podemos hacer una mejor toma de decisiones en cuanto a la vida útil de nuestro respaldo energético entre muchas otras.

Fase 5: Recolección de datos

Para esta fase dentro del proyecto se seleccionó una base de datos en la nube capaz de almacenar datos en tiempo real, lo que nos ayuda notablemente en la captura y posterior utilización de estos.

Fase 6: Análisis de datos

El análisis de los datos queda abierto al operador de los acumuladores de energía, ya que es el único que conoce sus necesidades, el dispositivo BMS debe cumplir con las expectativas y el único objetivo real el cual es mostrar datos reales con gran exactitud y de la forma más rápida posible.

Fase 7: Elaboración de reporte de resultados

La visualización de los resultados debe ser bastante clara con el fin de evitar malas interpretaciones o supuestos.

| Concepto | Definición |
|--------------------------------------|---|
| Idea | <ul style="list-style-type: none"> Muestra necesidades de medición y predicción. |
| Planteamiento del problema | <ul style="list-style-type: none"> Delimitado Concreto Cuestiones específicas Fija hipótesis. |
| Marco teórico | <ul style="list-style-type: none"> Corroboran hipótesis Congruente Aporta evidencia |
| Desarrollo de investigación | <ul style="list-style-type: none"> Secuencial Deductivo Objetivo |
| Recolección de datos | <ul style="list-style-type: none"> Análisis de datos Fundamenta en mediciones VARIABLES |
| Análisis de datos | <ul style="list-style-type: none"> Graficas |
| Elaboración de reporte de resultados | <ul style="list-style-type: none"> Explicativo |

Tabla 2: Características del enfoque Cuantitativo por fase

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Presupuesto

En el desarrollo del proyecto un factor importante fue la construcción de un prototipo de bajo costo, por consiguiente la inversión económica debía ser lo más pequeña posible sin dejar a un lado la calidad de los elementos (No se tienen en cuenta los recursos físicos y humanos necesarios para el diseño).

| Presupuesto | | | |
|------------------------------|----------|--------------|--------------|
| Elemento | Cantidad | Valor | valor Total |
| Raspberry pi 3 | 1 | \$ 1.780.000 | \$ 1.780.000 |
| cable conversor HDI - Serial | 1 | \$ 70.000 | \$ 70.000 |
| MicoSd clase 10 | 1 | \$ 35.000 | \$ 35.000 |
| Resistencias | 20 | \$ 100 | \$ 2.000 |
| ADC | 1 | \$ 16.000 | \$ 16.000 |
| Amplificadores operacionales | 4 | \$ 1.200 | \$ 4.800 |
| Elementos pasivos(otros) | - | \$ 50.000 | \$ 20.000 |

Tabla 3: Presupuesto Proyecto**

Diseño eléctrico y electrónico

En el desarrollo del proyecto luego de definir la parte teórica pasamos a la parte más visible y no menos importante. Vamos a proceder a definir paso a paso, para esto debemos realizar cálculos para determinar qué tipo de materiales vamos necesitar no obstante debemos recordar que debido a que nuestro diseño se trata de un dispositivo de bajo costo, los materiales y componentes deben ser eficientes pero económicos, así mismo escogimos procedemos de la siguiente manera:

ADC (analog to digital converter):

Dentro de los ADCs existen una cantidad significantes de referencias con diferentes características entre ellas bits de resolución, canales de entrada, frecuencia de reloj usada, velocidad de conversión, soporte a altas temperaturas, entre muchas otras. En nuestro caso escogimos un ADC de referencia “ADC0808”, debido a que es de los más comerciales con características interesantes.



Ilustración 10:Aspecto ADC0808

FEATURES

- Easy Interface to All Microprocessors
- Operates Ratiometrically or with 5 V_{DC} or Analog Span Adjusted Voltage Reference
- No Zero or Full-Scale Adjust Required
- 8-Channel Multiplexer with Address Logic
- 0V to V_{CC} Input Range
- Outputs meet TTL Voltage Level Specifications
- ADC0808 Equivalent to MM74C949
- ADC0809 Equivalent to MM74C949-1

KEY SPECIFICATIONS

- Resolution: 8 Bits
- Total Unadjusted Error: ±½ LSB and ±1 LSB
- Single Supply: 5 VDC
- Low Power: 15 mW
- Conversion Time: 100 µs

Ilustración 11: Características ADC0808 (Instrument, 2003)

Adquisición de datos (voltaje):

Debido a que el diseño de nuestro dispositivo tendrá que soportar la entrada de voltaje de baterías de máximo 12Vdc como voltaje nominal (más el voltaje de tolerancia máximo), y teniendo en cuenta que nuestro ADC0808, soporta máximo una entrada de voltaje de 5Vdc por cada canal.

Debemos diseñar un divisor de voltaje capaz de reducir nuestro nivel máximo de salida de las baterías a un nivel entendible por parte del ADC0808. Para ello nos vamos a utilizar la fórmula de divisor de voltaje:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

Teniendo en cuenta que: V_{in} = 25Vdc (escogemos este valor como valor máximo de salida de baterías), V_{out} = 5 Vdc, R₁ = 10 KΩ (asumiremos este valor de resistencia por ser un valor comercial). Así obtendremos los siguientes valores:

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

$$5 Vdc = \frac{R_2}{10k\Omega + R_2} * 25 Vdc$$

$$10k\Omega + R_2 = \frac{25 Vdc}{5 Vdc} * R_2$$

$$10k\Omega + R_2 = \frac{25 Vdc}{5 Vdc} * R_2$$

$$10k\Omega + R2 = 5 * R2$$

$$10k\Omega = (5 * R2) - R2$$

$$10k\Omega = (4 R2)$$

$$R2 = 10k * 4$$

$$R2 = 40k\Omega$$

Con estos valores obtenidos, obtendremos el siguiente circuito:

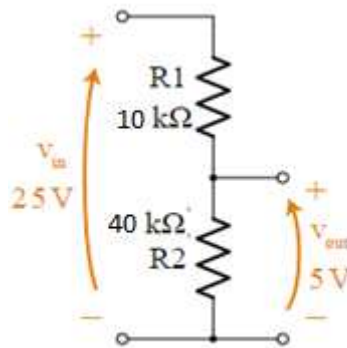


Ilustración 12: Diseño divisor de voltaje

Adquisición de datos (Temperatura):

En la adquisición de datos de temperatura usaremos un LM35, ya que es un sensor que nos ofrece muy buenas características y su uso comercial nos facilita su adquisición. Pero debido a que nuestro ADC0808, tiene una resolución de apenas 8bits y nuestro sensor mide 10mV por cada grado centígrado censado, debemos acondicionar la salida del LM35 con un amplificador operacional (no inversor) LM741, antes de inyectar este valor al ADC0808, con el fin de obtener mejores resultados y así no distorsionar los datos.

Los cálculos del amplificador operacional serían los siguientes (teniendo en cuenta que queremos una ganancia $A_v = 10$ (veces el valor ingresado) y tomamos una resistencia $R_f = 10k\Omega$; Con esto podremos obtener el valor de R_1 :

$$A_v = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

$$10 = \frac{10k\Omega}{R_1} + 1$$

$$10 k\Omega - 1 = \frac{10k\Omega}{R_1}$$

$$9 \text{ k}\Omega = \frac{10 \text{ k}\Omega}{R1}$$

$$R1 = \frac{10 \text{ k}\Omega}{9 \text{ k}\Omega}$$

$$R1 = 1,1111 \text{ k}\Omega$$

Con estos resultados obtenidos podemos determinar que el arreglo de resistencias necesario para nuestro sensor, es:

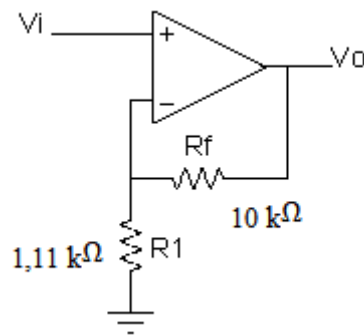


Ilustración 13: Diseño para amplificador no inversor para LM35

Adquisición de datos (Corriente):

Debido a que la corriente es un parámetro con valores muy grandes para muchos dispositivos electrónicos vamos a usar una resistencia shunt, ya que gracias a sus características hacen mucho más fácil la medición.

No obstante, pasamos de tener un valor muy grande para nuestro ADC0808 a tener un valor muy pequeño que quizás pueda servir para malas interpretaciones en los valores visualizados por eso a este valor pequeño le haremos un tratamiento similar al que realizamos con el sensor de temperatura LM35, pero para este caso usaremos dos amplificadores operacionales (no inversores) en serie, con el fin de obtener un valor que el ADC0808 pueda leer con mayor exactitud, de esta manera:

Amplificador #1

$$Av = \frac{Rf}{R1} + 1$$

$$10 = \frac{10 \text{ k}\Omega}{R1} + 1$$

$$10 - 1 = \frac{10 \text{ k}\Omega}{R1}$$

$$9 = \frac{10 \text{ k}\Omega}{R1}$$

$$R1 = \frac{10 \text{ k}\Omega}{9 \text{ k}\Omega}$$

$$R1 = 1,1111 \text{ k}\Omega$$

Amplificador #2

$$A_v = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

$$7,3 = \frac{10k\Omega}{R_1}$$

$$8,3 = \frac{10k\Omega}{R_1} + 1$$

$$R_1 = \frac{10k\Omega}{7,3}$$

$$8,3 - 1 = \frac{10k\Omega}{R_1}$$

$$R_1 = 1,369k\Omega$$

Como podemos observar usamos dos amplificadores operacionales el primero con una ganancia de 10 (veces) y el segundo con una ganancia de 8,3 (veces), fijémonos que en ambos casos asumimos el valor de la resistencia R_f como $10\text{ k}\Omega$, ya que es un valor comercial.

Con estos valores obtenido tendremos un circuito de amplificadores así:

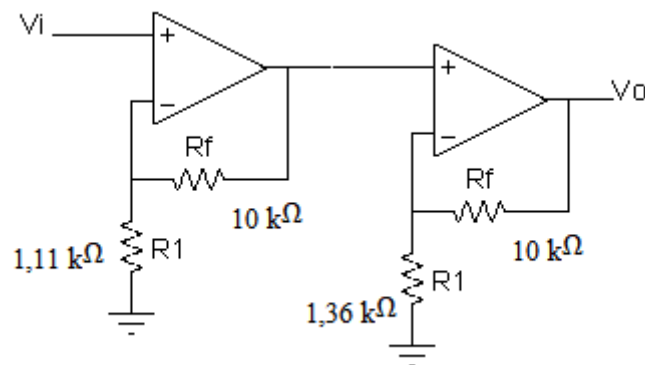


Ilustración 14: Arreglo de amplificadores operacionales para Shunt

Simulaciones.

Luego de haber diseñado cada parte del circuito pasamos a simular en un software en este caso usamos “Proteus”, finalmente obtuvimos un circuito como este:

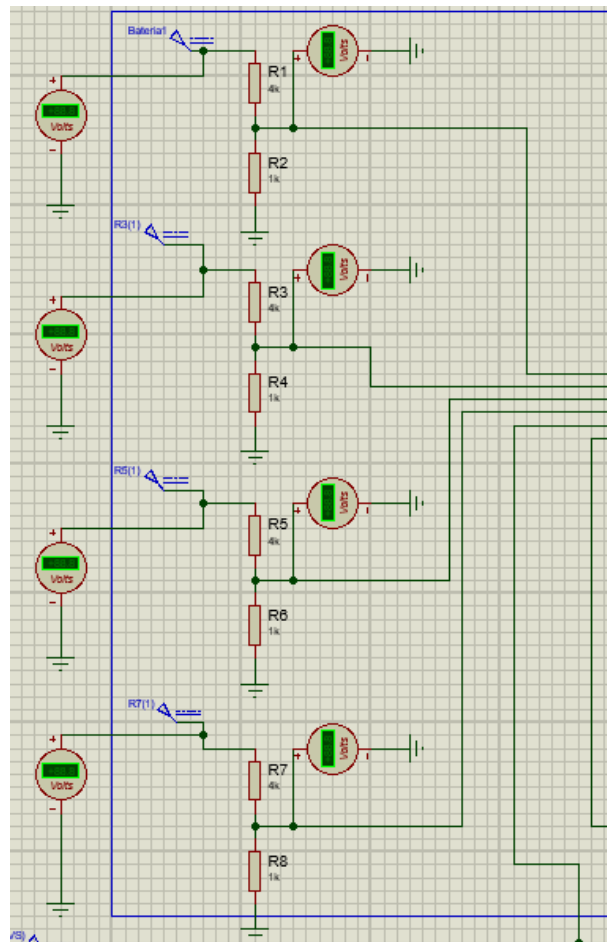


Ilustración 15: Simulación circuito divisor de voltaje, entrada baterías.

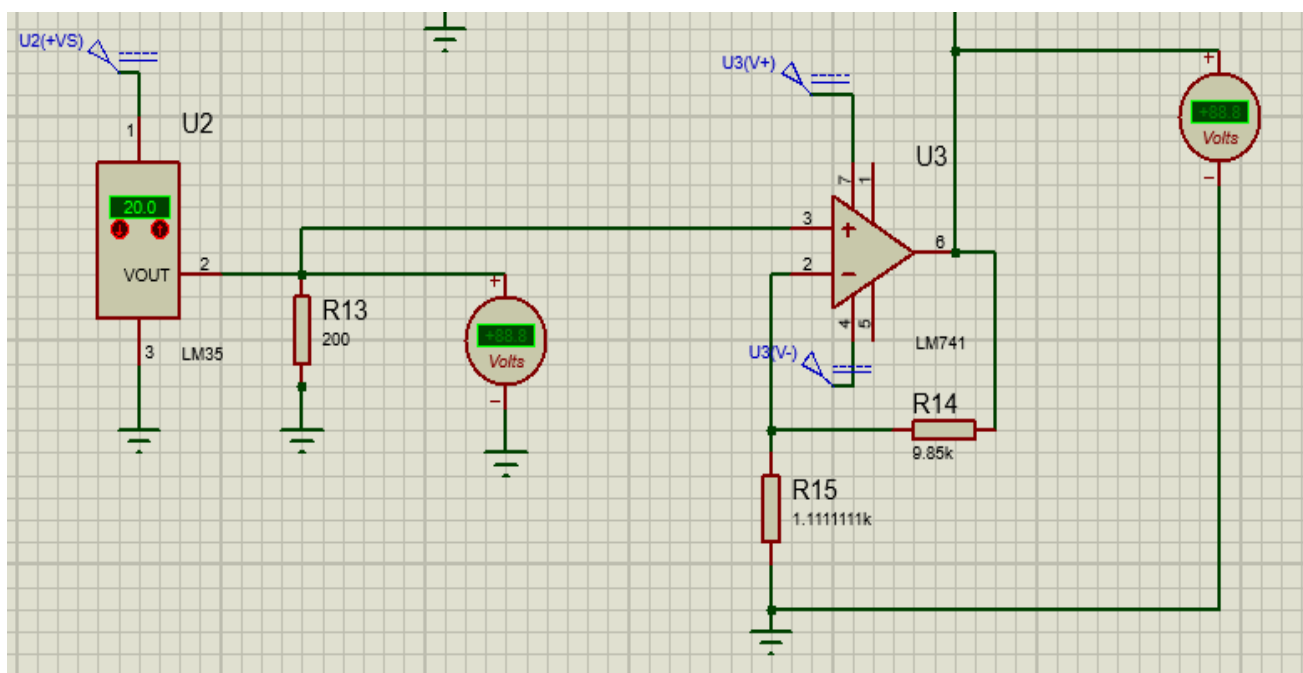


Ilustración 16: Simulación amplificador de voltaje, sensor de temperatura LM35

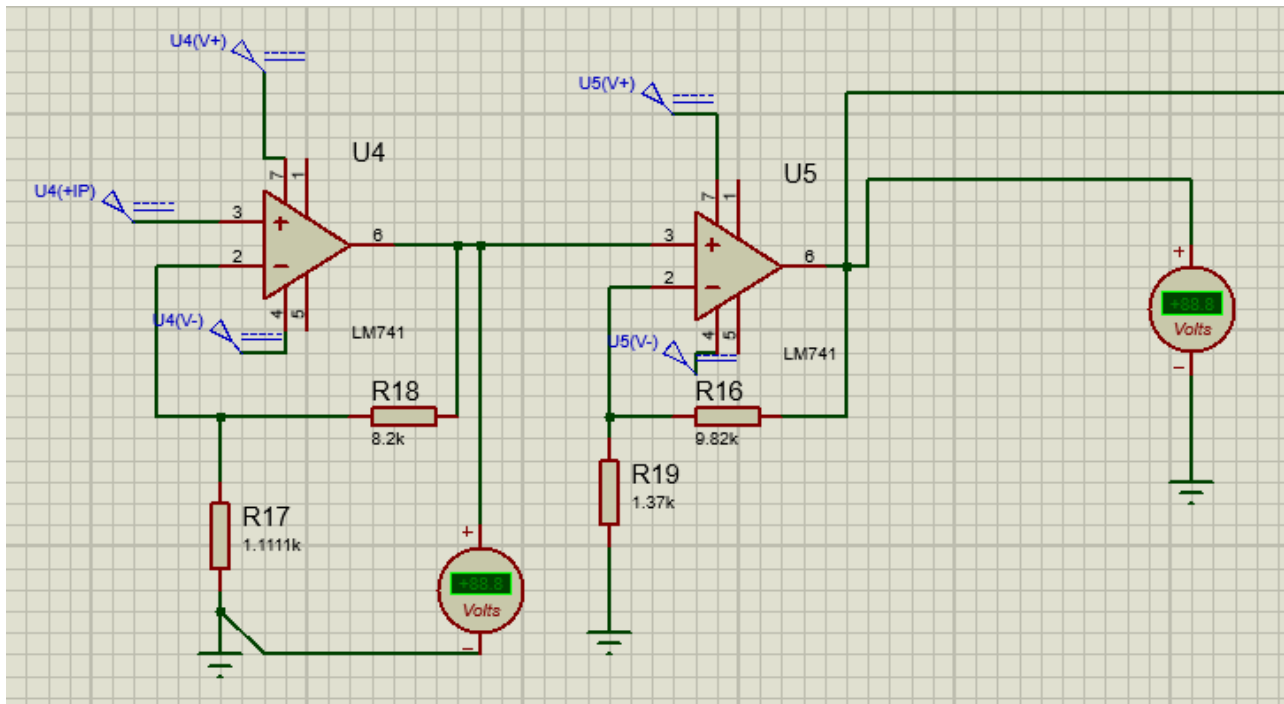


Ilustración 17: Simulación amplificador de voltaje para la entra de voltaje shunt

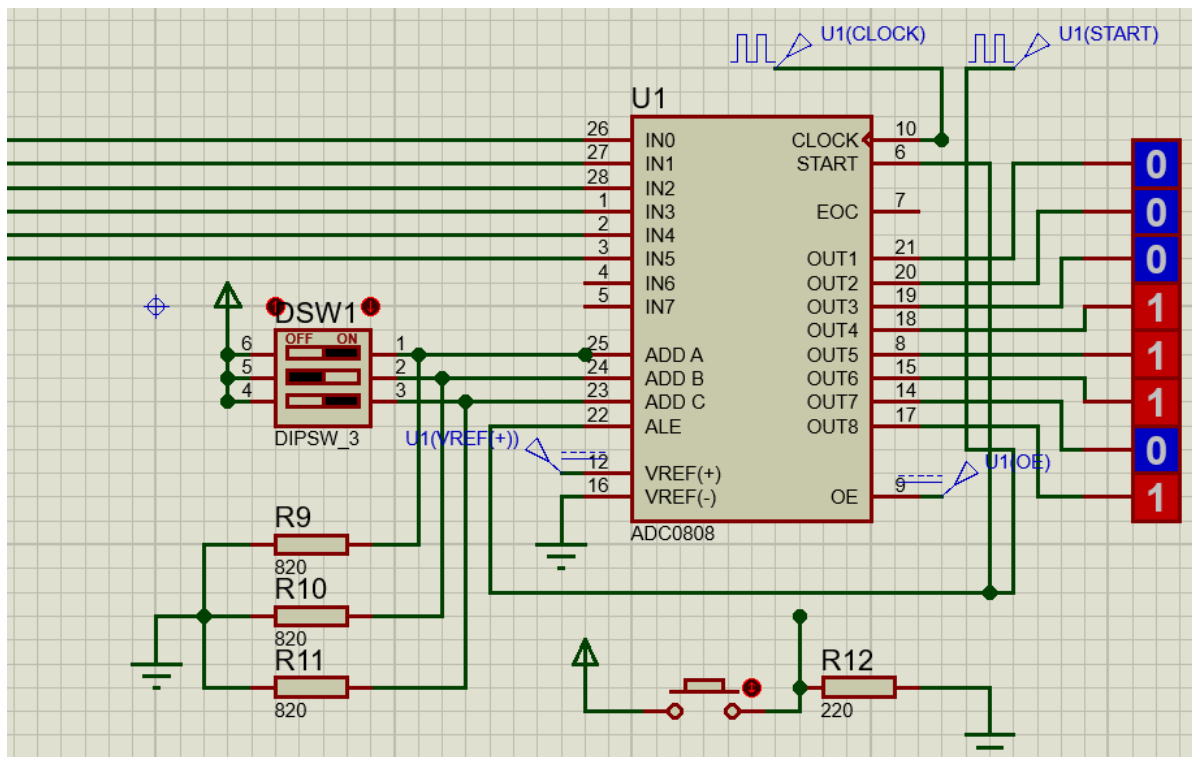


Ilustración 18: Simulación ADC0808, configuración y visualización de resultados

Elaboración o construcción circuito físico

Luego de simular nuestros circuitos, pasamos a la parte de construcción de prototipado en paso a paso con el fin de ir verificando su funcionamiento parte por parte, consiguiendo así minimizar los errores a la hora de las pruebas en campo.

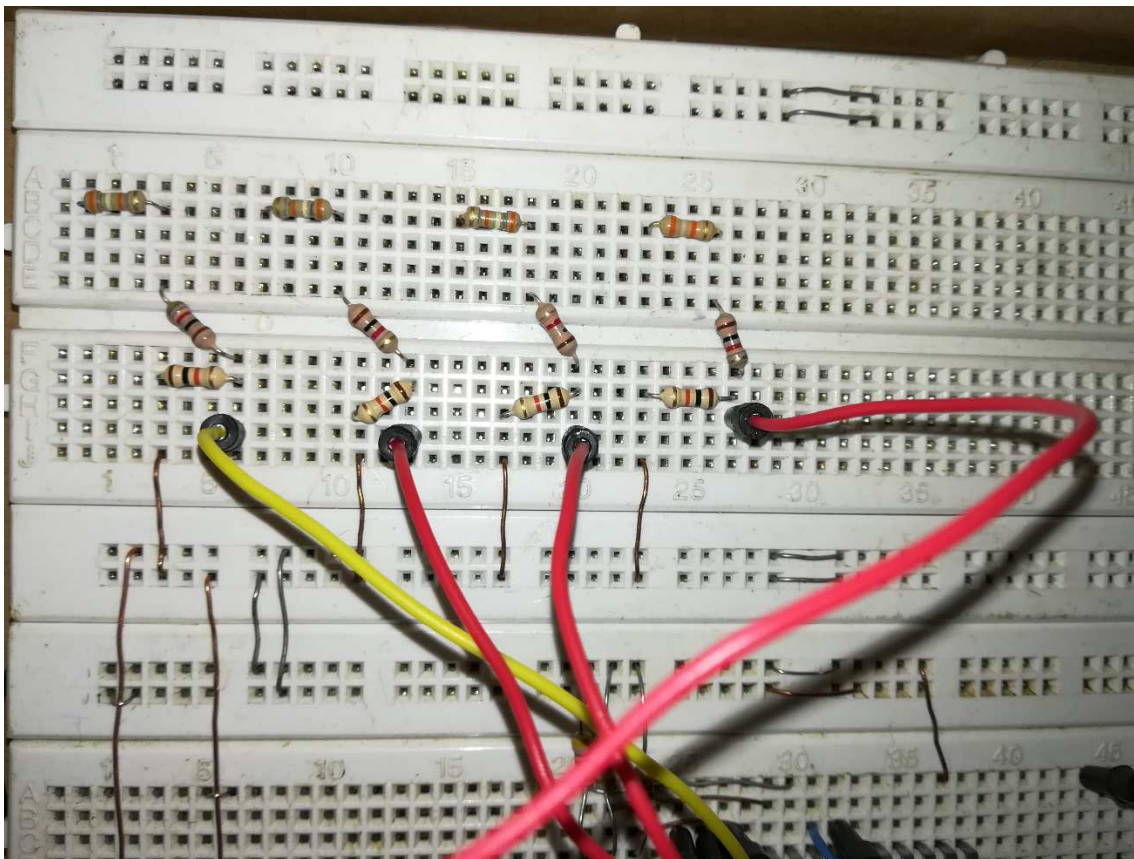


Ilustración 19: Elaboración del circuito #1 (Divisor de voltaje)

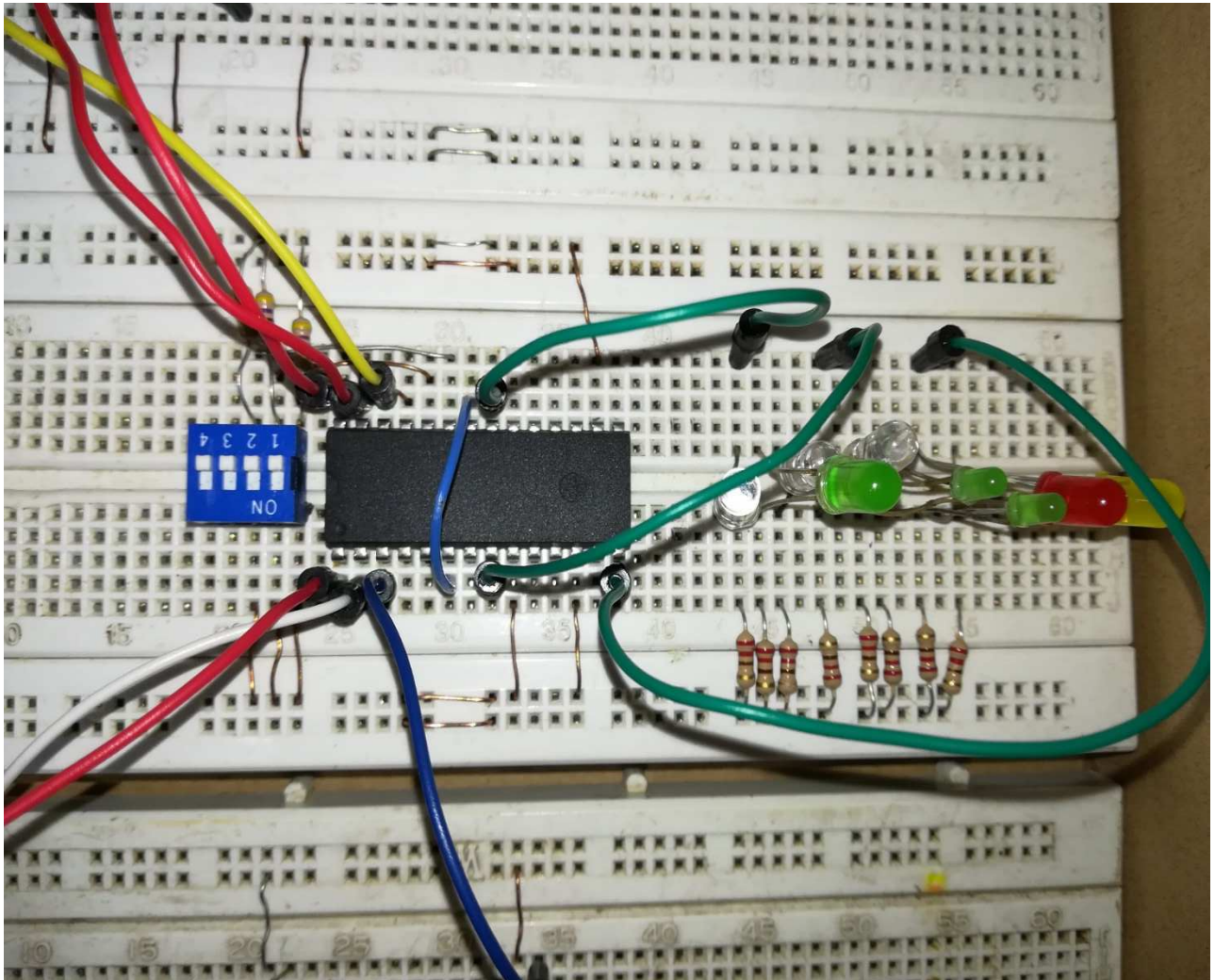


Ilustración 20: Montaje del circuito #2 (montaje ADC input output)

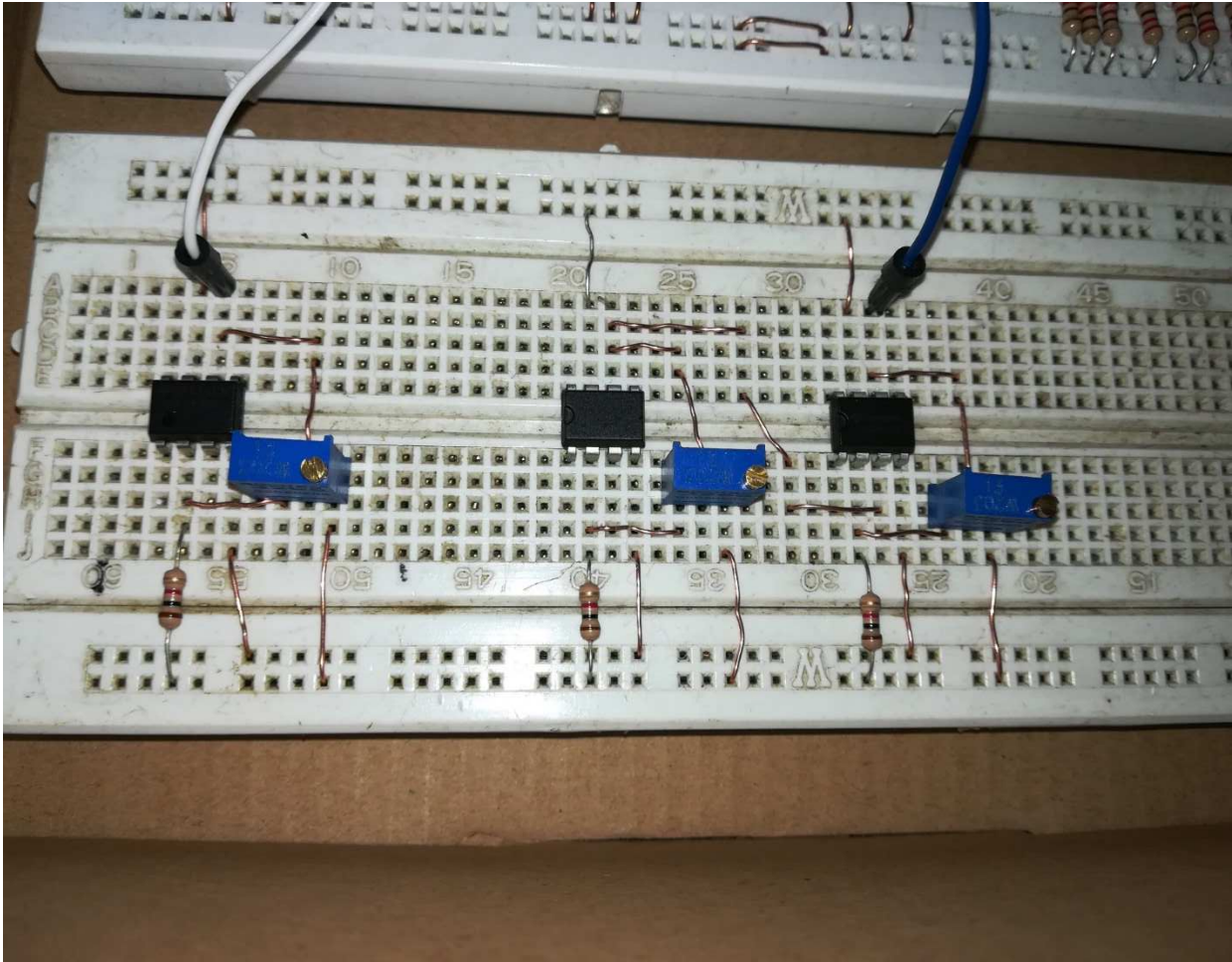


Ilustración 21: Construido del Circuito #3 (montaje temperatura y corriente)

Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico.

Luego de haber construido el prototipo en una placa protoboard procedemos a realizar pruebas de su funcionamiento antes de continuar con la parte intangible (Software).



Ilustración 22: Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico #1



Ilustración 23: Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico #1.

Resultados pruebas preliminares (Circuito eléctrico o electrónico).

Como se pudo constatar el circuito funciona muy bien, teniendo en cuenta que se realizaron algunos cambios en el diseño debido a que los valores de algunas resistencias no son comerciales.

Estos cambios fueron los siguientes:

- Sensor de Temperatura LM35:
 - Resistencia $R1 = 1k\Omega$
 - Cambiamos la Resistencia R_f por un trimmer de $20 k\Omega$
- Resistencia Shunt:
 - Resistencia $R1 = 1k\Omega$ (para ambos amplificadores operacionales)
 - Cambiamos la Resistencia R_f por un trimmer de $20 k\Omega$

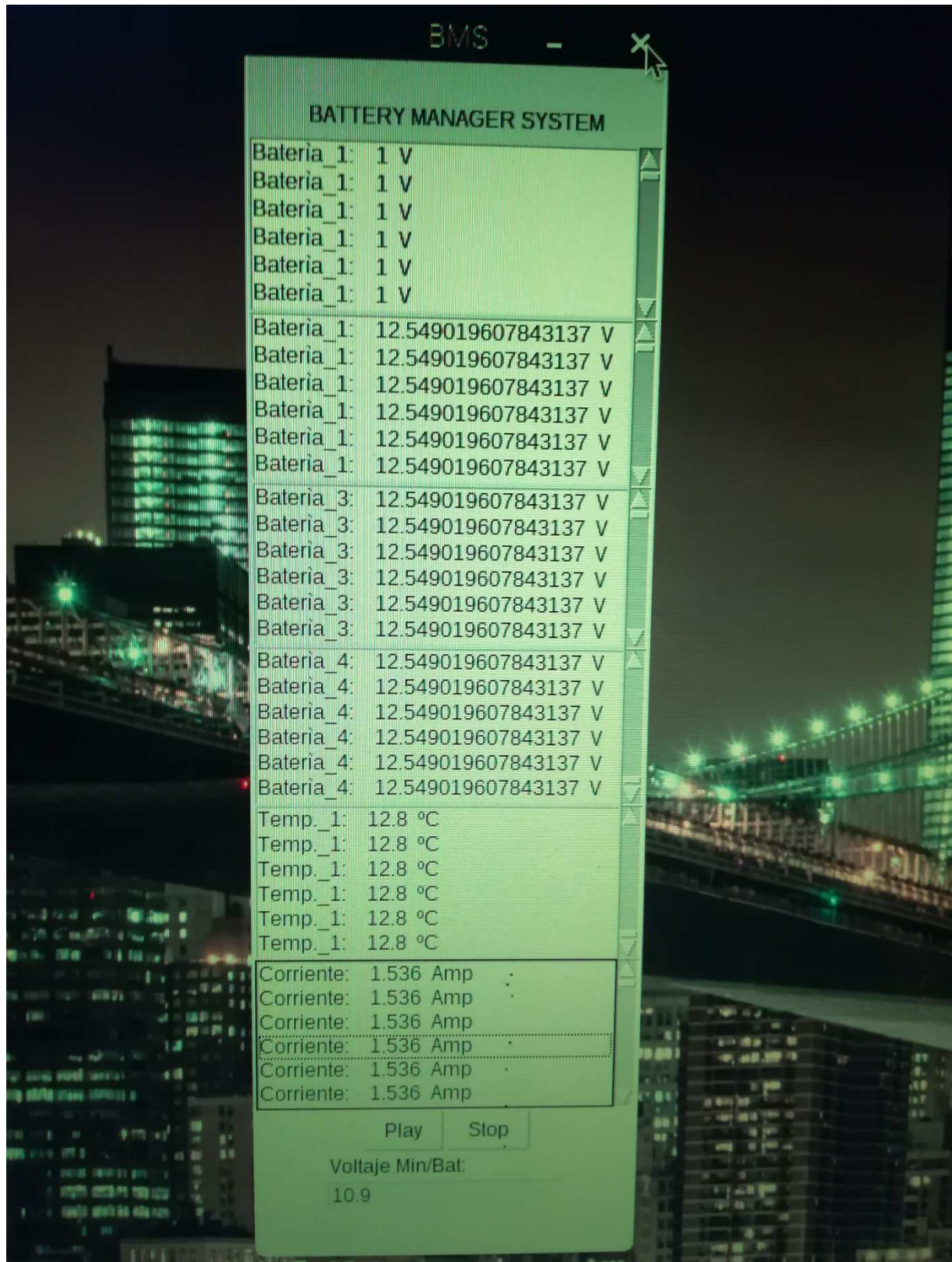


Ilustración 24: Resultados preliminares circuito eléctrico

Diseño de Software

Lectura de puertos

```
print("Prueba No cancelada")

def loadB1() :
    print("Bateria 1")
    GPIO.output(18,GPIO.LOW)
    GPIO.output(23,GPIO.LOW)
    GPIO.output(24,GPIO.LOW)
    GPIO.output(25,GPIO.HIGH)
    time.sleep(0.5)
    if (GPIO.input(4) == True):
        time.sleep(0.001)
        b0=1
        print (b0)
    else:
        b0=0
        print(b0)
        time.sleep(0.01)
    if (GPIO.input(17) == True):
        time.sleep(0.001)
        b1=1
        print (b1)
    else:
        b1=0
        print(b1)
        #print(B2(1))
    if (GPIO.input(27) == True):
        time.sleep(0.001)
        b2=1
        print (b2)
    else:
        b2=0
        print(b2)
        time.sleep(0.01)
    if (GPIO.input(22) == True):
```

Ilustración 25: Código lectura de Puertos

Tratamiento de datos.

Se puede observar el código encargado de transformar los datos recolectados por la Raspberry y convertirlos en variables de fácil lectura.

```

print (b7)
else:
    b7=0
    print(b7)
    #print(B2(1))
    C = (1*b0)+(2*b1)+(4*b2)+(8*b3)+(16*b4)+(32*b5)+(64*b6)+(128*b7)
    print (C)
    print ("Corriente =")
    C = ((C*0.06)/5)
    print (C)
    select6.insert(END, 'Corriente: '+str(C)+' Amp'); #KJVCXUJESL4C69
    print(SendCorr(C))
    b0=b1=b2=b3=b4=b5=b6=b7=0
    VP.after(30000, loadB1)
    #print(Send())

#def Send():
#    print("Datos: "+str(B1)+" / "+str(B2)+" / "+str(B3)+" / "+str(B4)+" / "+str(B5)+" / "+str(B6)+" / "+str(B7)+"")
#    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'field1=' + str(B1) + 'field1=' + str(B2) + 'field1=' + str(B3) + 'field1=' + str(B4) + 'field1=' + str(B5) + 'field1=' + str(B6) + 'field1=' + str(B7)
#    print (post_url)
#    resp = urllib.request.urlopen(post_url)

def SendB1(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'field1=' + str(x) + 'field2=' + str(hu)
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(post_url)

```

Ilustración 26: Tratamiento de datos recibidos

Conexión con página web (IoT).

Las siguientes líneas de código permiten tomar los datos recolectados y enviarlos directamente a la página IoT.

```

# print (post_url)
# resp = urllib.request.urlopen(post_url)

def SendB1(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'field1=' + str(x) + '&field2=' + str(humidity)
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(post_url)
    # print resp.read()

def SendB2(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'field2=' + str(x) + '&field2=' + str(humidity)
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(post_url)
    # print resp.read()

def SendB3(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'field3=' + str(x) + '&field2=' + str(humidity)
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(post_url)
    # print resp.read()

def SendB4(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'field4=' + str(x) + '&field2=' + str(humidity)
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(post_url)
    # print resp.read()

def SendTemp(x):
    print("este"+str(x))

```

Ilustración 27: Código encargado del envío de datos a web IoT

Pruebas preliminares (Software)

Se puede observar el funcionamiento del Software diseñado el cual es capaz de tomar leer variables y representarla en un “listbox”, para su visualización:

The image shows a Python script named 'ppp.py' and a window titled 'BATTERY MANAGER SYSTEM'. The script defines several functions to send data to a ThingSpeak API. The window displays the following data:

| BATTERY MANAGER SYSTEM | |
|------------------------|---------|
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |

The script code is as follows:

```

ppp.py
# post_url = TS_API_URL_HEADER + '
# print (post_url)
# resp = urllib.request.urlopen(pos

def SendB1(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'f
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(pos
# print resp.read()

def SendB2(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'f
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(pos
# print resp.read()

def SendB3(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'f
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(pos
# print resp.read()

def SendB4(x):
    print("este"+str(x))
    post_url = TS_API_URL_HEADER + 'f
    print (post_url)
    resp = urllib.request.urlopen(pos
# print resp.read()

def SendTemp(x):
    print("este"+str(x))

```

The Shell window shows the following output:

```

0
0
0
0
Corriente =
0.0
este0.0
https://api.thingspeak.com/update?key=KJVCXUJESL4C695U&field6=0.0
None

```

Visualizaciones de datos

Como podremos observar en las siguientes imágenes, se muestra la lectura de cada voltaje tomado por cada batería, la temperatura al momento del muestreo, y la corriente a la cual están siendo descargadas.

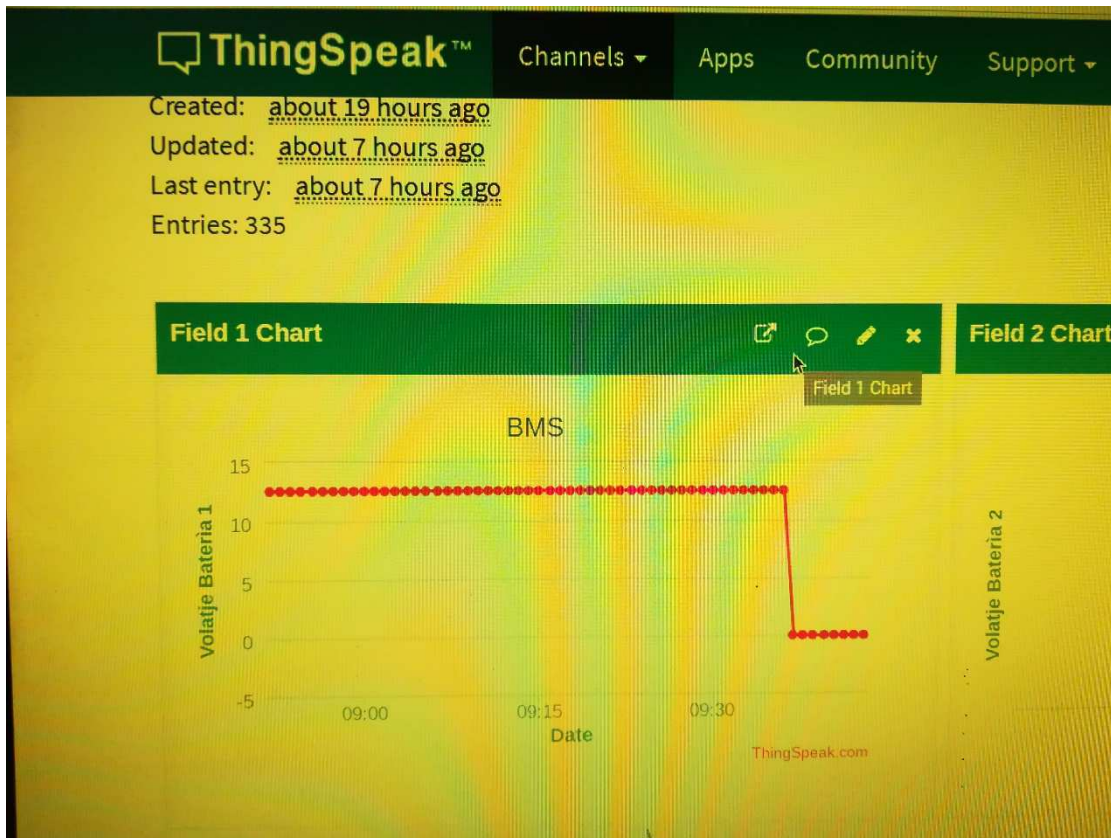


Ilustración 28: Recolección y visualización de datos en web IoT

BATTERY MANAGER SYSTEM

| | |
|------------|---------|
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_1: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_2: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_3: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Bateria_4: | 0.0 V |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Temp_1: | 0.0 °C |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |
| Corriente: | 0.0 Amp |

Play Stop

Voltaje Min/Bat:

Corriente:

6=b7=0
dB1)

str(B1)+" / "+s
_URL_HEADER +

uest.urlopen(pos

))
_URL_HEADER + 'f:

uest.urlopen(pos

x))
_URL_HEADER + 'f:

3*b7) I
int the ADC va

JJESL4C695U

+str(B4)+" / "+s
l=' + str(B2)+ '

d2=' + str(humidi

s2= + str(humidi

Ilustración 29: Visualización de datos Software

Resultados

Temperatura.

Se hace una comparativa de los resultados obtenidos por el BMS y los datos reales con el fin de medir su exactitud

| Temperatura Real (°C) | Temperatura Medida (°C) | % exactitud |
|-----------------------|-------------------------|-------------|
| 30 | 30,28 | 0,93 |
| 28 | 27,85 | -0,54 |
| 25 | 25,34 | 1,36 |
| 23 | 22,9 | -0,43 |
| 20 | 19,87 | -0,65 |
| 18 | 17,87 | -0,72 |
| 15 | 15,22 | 1,47 |
| 12 | 12,27 | 2,25 |
| 10 | 10,15 | 1,50 |
| 5 | 4,88 | -2,40 |

Tabla 4: Comparativa de resultados (Temperatura)

Voltaje.

Se hace una comparativa de los resultados obtenidos por el BMS y los datos reales con el fin de medir su exactitud

| Voltaje Real (V) | Voltaje (V) | % Diferencia |
|------------------|-------------|--------------|
| 1 | 1 | 0,00 |
| 2,5 | 2,56 | 2,40 |
| 5 | 4,92 | -1,60 |
| 7,5 | 7,65 | 2,00 |
| 10 | 10,36 | 3,60 |
| 12,5 | 12,77 | 2,16 |
| 15 | 14,56 | -2,93 |
| 17,5 | 17,1 | -2,29 |
| 20 | 20,34 | 1,70 |
| 22,5 | 22,65 | 0,67 |
| 25 | 24,99 | -0,04 |

Tabla 5: Comparativa de resultados (Voltaje)

Corriente

Se hace una comparativa de los resultados obtenidos por el BMS y los datos reales con el fin de medir su exactitud

| Corriente Real (Amp) | Corriente Medida (Amp) | % Diferencia |
|----------------------|------------------------|--------------|
| 1 | 1 | 0,00 |
| 5 | 4,86 | -2,80 |
| 10 | 10,13 | 1,30 |
| 15 | 14,65 | -2,33 |
| 20 | 19,88 | -0,60 |
| 22,5 | 22,76 | 1,16 |
| 25 | 25,32 | 1,28 |
| 27 | 26,76 | -0,89 |
| 30 | 29,88 | -0,40 |
| 50 | 49,86 | -0,28 |
| 100 | 98,97 | -1,03 |

Tabla 6: Comparativa de resultados (Corriente)

Conclusiones

1. El BMS ha sido desarrollado con éxito basado en Interfaz de Raspberry pi 3 / Python capaz de medir variables en tiempo real, aun estando batería conectada un banco de resistivo
2. Los resultados experimentales indican que se logra una alta precisión incluso a bajo precio del sistema.
3. la precisión se puede mejorar mediante sustitución del actual ADC por un Integrado de por lo menos, entre 16 o 24 bits.
4. El diseño del circuito es compacto, ideal para el uso industrial, lo cual es un benéfico inmenso frente a otros posibles sistemas.
5. Debido a la utilización de la tecnología WIF, se puede observar un sistema novedoso capaz de transmitir los datos a la web para el fácil acceso a este tipo de información
6. Una prueba real demostró que este sistema es factible, y abre la puerta a nuevas pruebas para determinar su exactitud.

Recomendaciones

Una vez concluido este proyecto de grado, se considera pertinente investigar sobre los otros aspectos relacionados con variables medibles que afecten la vida útil de batería, y se propone

1. Extender la investigación a otros tipos de acumuladores de energía desarrollados con nuevas tecnologías.
2. Trabajar en mejorar la cantidad de datos de ingreso, con el fin de ampliar el número de acumuladores monitoreados.
3. Investigar sobre otras tecnologías de transmisión de datos, pensando también en zonas alejadas, o en las cuales no haya acceso a una red WiFi

Bibliografía

- academia.edu. (s.f.). *academia.edu*. Obtenido de academia.edu:
<http://www.academia.edu/7905018/>
- bordoni. (s.f.). *bordoni*. Obtenido de bordoni: <http://www.bordoni.cl/industrias/bancos-carga>
- Ching-Chuan Wei, C.-H. Y. (15 de 08 de 2017). *Ieee Xplorer*. Obtenido de
<http://ieeexplore.ieee.org/document/8008629/>
- Ching-Chuan Wei, Chi-Han Yu, & Lawrence Chiang. (s.f.). *IEEE Xplore*. Obtenido de IEEE
 Xplore: <http://ieeexplore.ieee.org/document/8008629/>
- computerhoy. (s.f.). *computerhoy*. Obtenido de computerhoy:
<http://computerhoy.com/noticias/hardware/que-es-raspberry-pi-donde-comprarla-como-usarla-8614>
- csa.megger. (s.f.). *csa.megger*. Obtenido de csa.megger:
http://csa.megger.com/getmedia/04410f75-1b16-4f72-8614-b2fb4e958d25/BatteryTestingGuide_AG_es_V04.pdf
- DialNet. (s.f.). *DialNet*. Obtenido de <file:///C:/Users/Edilberto/Downloads/Dialnet-ImpactoDeLasTecnologiasDeTelecomunicacionesEnLosPa-1986532.pdf>
- EcuRed. (s.f.). *EcuRed*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Shunt_\(El%C3%A9ctrico\)](https://www.ecured.cu/Shunt_(El%C3%A9ctrico))
- electrosilvania. (s.f.). *Electro Silvania*. Obtenido de Electro Silvania:
www.electrosilvania.com/descarga-de-baterias.html
- elo.utfsm. (s.f.). Obtenido de
<http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>
- energiasolare100. (s.f.). Obtenido de <https://www.energiasolare100.com/es/bluesolar-mppt-150-35-controlador-de-carga-35a-12-24v-victron-energy.html>
- Gómez, A. J. (s.f.). *wwwprof.uniandes.edu.co*. Obtenido de wwwprof.uniandes.edu.co:
http://wwwprof.uniandes.edu.co/~ant-sala/cursos/FDC/Contenidos/07_Inductancia_y_Capacitancia.pdf
- HellCase. (s.f.). *HellCase*. Obtenido de
http://www.ifent.org/temas/amplificadores_operacionales.asp
- IEEE. (2016). *IEEE*. Obtenido de <http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.11-2016.html>
- Ieee Explore*. (30 de 03 de 2017). Obtenido de <http://sci-hub.cc/http://ieeexplore.ieee.org/document/7889332/>

- ingeequihuafe.weebly. (s.f.). *ingeequihuafe.weebly*. Obtenido de ingeequihuafe.weebly:
<http://ingeequihuafe.weebly.com/corriente-voltaje-y-potencia/corriente-voltaje-potencia-y-corriente-alterna>
- Instrument, T. (03 de 2003). *http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc0808-n.pdf*. Obtenido de
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc0808-n.pdf>:
<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc0808-n.pdf>
- jnsanchez. (s.f.). *http://blog.utp.edu.co*. Obtenido de <http://blog.utp.edu.co>:
<http://blog.utp.edu.co/jnsanchez/files/2011/03/LM351.pdf>
- Maps, G. (s.f.). *Google Maps*. Obtenido de Google Maps: <https://maps.google.com/>
- medirtemperatura.com. (s.f.). *medirtemperatura.com*. Obtenido de medirtemperatura.com:
<http://medirtemperatura.com/sensor-temperatura.php>
- MinTic. (18 de 08 de 1990). *MinTic*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3568.html>
- MinTic. (29 de Julio de 2009). *MinTic*. Obtenido de MinTic:
<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3707.html>
- MinTic. (29 de 07 de 2009). *MinTic*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3707.html>
- MinTic. (13 de 10 de 2009). *MinTic*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3770.html>
- MinTic. (10 de 03 de 2013). *MinTic*. Obtenido de MinTic:
<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3799.html>
- MinTic. (30 de 01 de 2013). *MinTic*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3823.html>
- MinTic. (28 de 04 de 2013). *MinTic*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-3371.html>
- MinTic. (19 de 12 de 2016). *MinTic*. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-540.html>
- MinTic. (03 de 10 de 2017). *MinTic*. Obtenido de MinTic:
<http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-61000.html>
- Olave, L. (s.f.). *saguerelectronica*. Obtenido de [saguerelectronica](http://saguerelectronica.webnode.cl/products/sulfatacion/):
<http://saguerelectronica.webnode.cl/products/sulfatacion/>

python.org.ar. (s.f.). *python.org.ar*. Obtenido de python.org.ar:
<http://docs.python.org.ar/tutorial/3/real-index.html>

Sampieri, R. (2015). Metodología de la investigación 5ta Edición. Mexico: Mc Graw Hill.

Sampieri, R. H. (2015). Metodología de la investigación. En R. H. Sampieri, *Metodología de la investigación* (págs. 4-349). Mexico D.F: McGrandGill.

Supply, S. (s.f.). *Sun Supply*. Obtenido de Sun Supply: <https://www.sunsupplyco.com/tipos-de-sistemas-solares/>

techtarget. (s.f.). *techtarget*. Obtenido de techtarget:
<http://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/Internet-de-las-cosas-IoT>

Tomas, U. S. (s.f.). *Universidad Santo Tomas*. Obtenido de
http://www.ustatunja.edu.co/ustatunja/files/Facultades/Electr%C3%B3nica/Lineas_de_investigacin.pdf

www.jameco.com. (s.f.). *www.jameco.com*. Obtenido de www.jameco.com:
<https://www.jameco.com/Jameco/workshop/circuitnotes/raspberry-pi-circuit-note.html>

www.luisllamas.es. (s.f.). *www.luisllamas.es*. Obtenido de www.luisllamas.es:
<https://www.luisllamas.es/medir-temperatura-con-arduino-y-sensor-lm35/>

www.maestrosdelweb.com. (s.f.). *http://www.maestrosdelweb.com*. Obtenido de
<http://www.maestrosdelweb.com>: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>

www.raspberrypi.org. (s.f.). *www.raspberrypi.org*. Obtenido de www.raspberrypi.org:
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>

Lista de ilustraciones

| | |
|---|----|
| Ilustración 1: Sistema Solar con Baterías (Supply, s.f.) | 15 |
| Ilustración 2: BMS en sistemas solares (energiasolare100, s.f.) | 15 |
| Ilustración 3 Raspberry Pi 3 (www.raspberrypi.org, s.f.) | 17 |
| Ilustración 4 Características Raspberry Pi 3 (www.raspberrypi.org, s.f.) | 17 |
| Ilustración 5 Características y diagrama de pines Raspberry Pi 3 (www.jameco.com, s.f.) | 18 |
| Ilustración 6 Esquema eléctrico LM35 (www.luisllamas.es, s.f.) | 19 |
| Ilustración 7 ADC0808 (Instrument, 2003) | 20 |
| Ilustración 8: Prueba de capacidad a baterías (electrosilvania, s.f.) | 23 |
| Ilustración 9: Marco Geográfico (Maps, s.f.) (elo.utfsm, s.f.) | 24 |
| Ilustración 10: Aspecto ADC0808 | 29 |
| Ilustración 11: Características ADC0808 (Instrument, 2003) | 30 |
| Ilustración 12: Diseño divisor de voltaje | 31 |
| Ilustración 13: Diseño para amplificador no inversor para LM35 | 32 |
| Ilustración 14: Arreglo de amplificadores operacionales para Shunt | 9 |
| Ilustración 15: Simulación circuito divisor de voltaje, entrada baterías | 9 |
| Ilustración 16: Simulación amplificador de voltaje, sensor de temperatura LM35 | 9 |
| Ilustración 17: Simulación amplificador de voltaje para la entra de voltaje shunt | 10 |
| Ilustración 18: Simulación ADC0808, configuración y visualización de resultados | 10 |
| Ilustración 19: Elaboración del circuito #1 (Divisor de voltaje) | 11 |
| Ilustración 20: Montaje del circuito #2 (montaje ADC input output) | 12 |
| Ilustración 21: Construido del Circuito #3 (montaje temperatura y corriente) | 13 |
| Ilustración 22: Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico #1 | 14 |
| Ilustración 23: Pruebas preliminares circuito eléctrico y electrónico #1 | 15 |
| Ilustración 24: Resultados preliminares circuito eléctrico | 16 |
| Ilustración 25: Código lectura de Puertos | 17 |
| Ilustración 26: Tratamiento de datos recibidos | 18 |
| Ilustración 27: Código encargado del envío de datos a web IoT | 19 |
| Ilustración 28: Recolección y visualización de datos en web IoT | 21 |
| Ilustración 29: Visualización de datos Software | 22 |
| Ilustración 30 Definición y comparación Voltaje, Corriente y potencia (ingeequiuhafie.weebly, s.f.) | 31 |
| Ilustración 31: Estructura Adquisición de voltaje (Datos) | 32 |
| Ilustración 32: Estructura proyecto | 32 |

Lista de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Normatividad Colombiana | 25 |
| Tabla 2: Características del enfoque Cuantitativo por fase | 28 |
| Tabla 3: Presupuesto Proyecto** | 29 |
| Tabla 4: Comparativa de resultados (Temperatura) | 23 |
| Tabla 5: Comparativa de resultados (Voltaje) | 23 |
| Tabla 6: Comparativa de resultados (Corriente)..... | 24 |

Vocabulario

Voltaje

“La tensión eléctrica es la fuerza con la que son impulsados los electrones entre dos puntos. Su unidad de medida es el voltio” (academia.edu, s.f.)

Corriente eléctrica

“La intensidad de corriente es el número de electrones que atraviesa un punto del circuito cada segundo. Su unidad de medida es el amperio y se usa como aparato de medida el amperímetro”. (academia.edu, s.f.)

Potencia eléctrica

“La potencia eléctrica es la velocidad con la que un receptor consume energía. Se mide en vatios (W)” (academia.edu, s.f.)

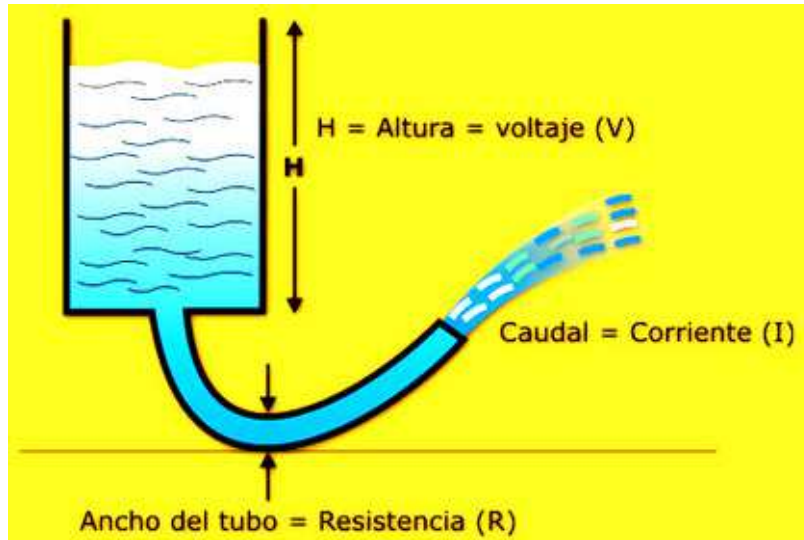


Ilustración 30 Definición y comparación Voltaje, Corriente y potencia (ingeequihuafe.weebly, s.f.)

Capacitancia

“La capacitancia es un elemento pasivo de dos terminales que almacena cargas eléctricas entre un par de placas separadas por un dieléctrico creando una diferencia de potencial entre las dos placas. Esa diferencia de potencial creada por la acumulación de las cargas tiene una relación directa con la energía almacenada por la capacitancia.” (Gómez)

Sulfatación

“En el proceso normal de funcionamiento de la batería, el plomo de la placa negativa y el di-oxido de plomo de la placa positiva se combinan con el ácido sulfúrico del electrolito produciendo sulfato de plomo (PbSO_4)”. (Olave, n.d.)

“Este proceso se invierte normalmente cuando se recarga la batería formándose de nuevo los materiales originales de las placas: plomo en las placas negativas y di-oxido de plomo en las placas positivas”. (Olave, n.d.)

Banco Resistivo

Dispositivo eléctrico construido básicamente por resistencias de diferentes valores, con el fin de sustraer energía a dispositivos de almacenamiento o redes eléctricas, con el propósito de verificar su estado actual y funcionamiento. (bordoni, s.f.)

Anexos

Diagrama de bloques Proyecto

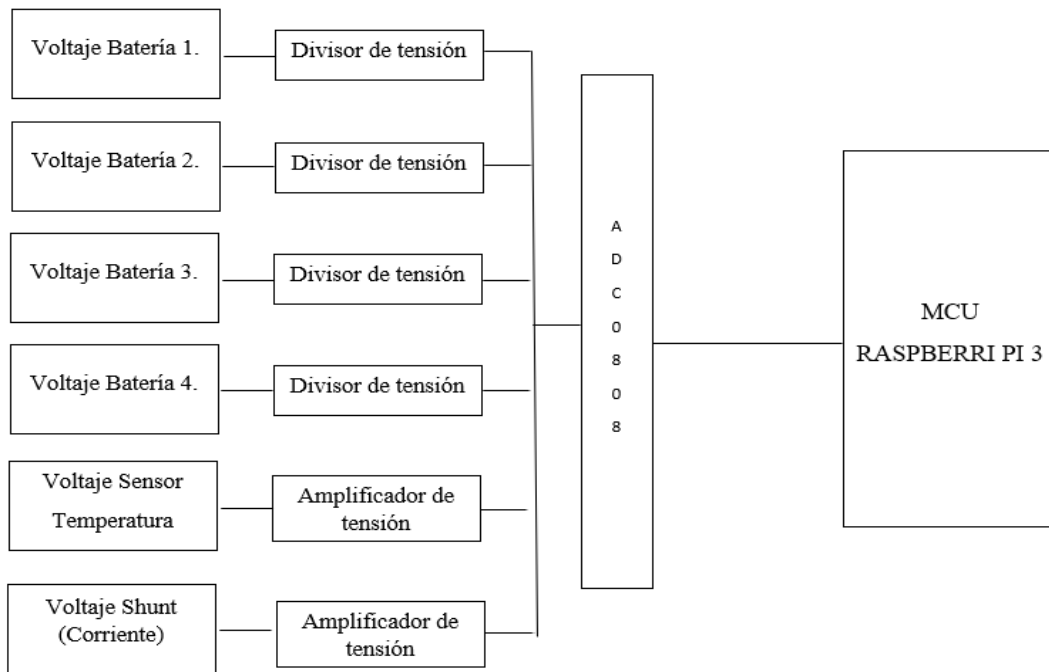


Ilustración 31: Estructura Adquisición de voltaje (Datos)

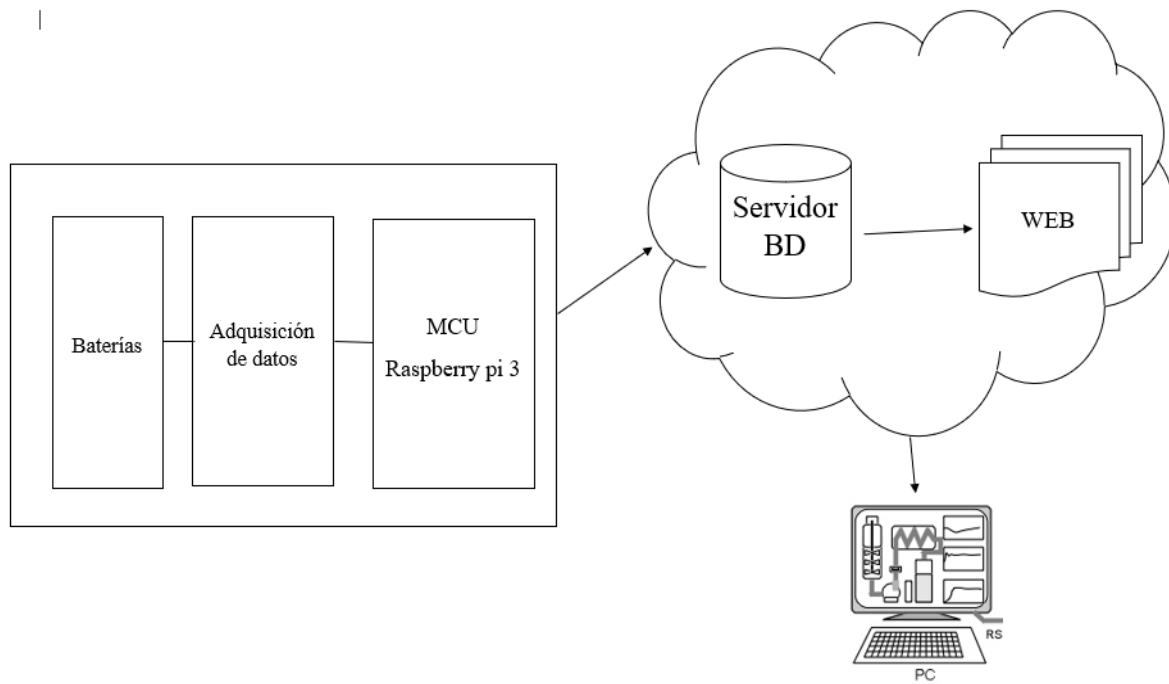


Ilustración 32: Estructura proyecto