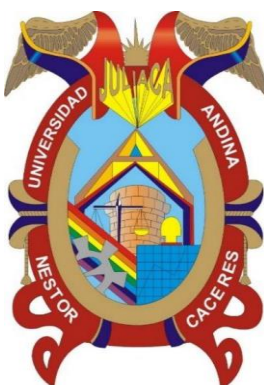




UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y
MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE
URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS
PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y
MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE
URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA**


TESIS PRESENTADA POR:

Bach. EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:


PRESIDENTE

: 
Ing. CARLOS ALEJANDRO CÁCERES VARGAS


PRIMER MIEMBRO

: 
M.Sc. ABELARDO LEÓN MIRANDA

SEGUNDO MIEMBRO

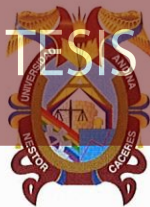
: 
Ing. ADWAR RANULFO SÁNCHEZ CARREÓN

ASESOR DE TESIS

: 
Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CÁRDENAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES - P19

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 510-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 15 de noviembre de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 005-2024-D-FICP-UANCV-P del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°488-2024 de fecha 25 de octubre de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

* Presidente	:	Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
* 1er Miembro	:	M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA
* 2do Miembro	:	Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
* Asesor	:	Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y de Telecomunicaciones** de acuerdo al siguiente detalle:

* FECHA	:	jueves 21 de noviembre de 2024
* HORA	:	11:00
* LUGAR	:	Aula 206 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

C.c.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. M. LITHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN RARILO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 488-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 25 de octubre de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 171-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias, **INFORME N° 029-2024-UI-CI-EPIET-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Electronica y Telecomunicaciones, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 599-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **12 de julio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **04 de octubre de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Electronico y Telecomunicaciones, con el tema titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Electronica y Telecomunicaciones, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS**
- * **1er Miembro** : **M.Sc. ABELARDO LEON MIRANDA**
- * **2do Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1158-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electronico y Telecomunicaciones, con el Tema Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Electronica y Telecomunicaciones.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Electronica y Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Electronica y Telecomunicaciones, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

C.c.
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. **MILTHON QUISPE HUANCA**
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. **EFRAIN PARILLO ROSA**
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 378-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de agosto de 2024

VISTOS:

El OFICIO N° 001-2024-EPIET-UANCV-PP, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, sobre el pedido de cambio de asesor del Proyecto de Investigación del Bachiller: EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI; para optar al Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, con el tema titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA;

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI, ha solicitado cambio de ASESOR del Proyecto de Investigación titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA, aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N° 599-2023-D-FICP-UANCV de fecha 12 de julio de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS
- * **1er Miembro** : Ing. ABELARDO LEON MIRANDA
- * **2do Miembro** : Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Que, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el ASESOR del Proyecto de Investigación el (la) Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO, no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, por lo que ha determinado cambiar al ASESOR del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de aseguramiento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, al proveído a la solicitud del ejecutante del Proyecto de Investigación y el documento de vistos, el director de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, mediante el cual informa la designación de nuevo ASESOR; el mismo que deberá actuar según el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, en concordancia al Reglamento aseguramiento de calidad de trabajos e investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - APROBAR, el cambio de asesor del proyecto de investigación presentado por el Bachiller: EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI con el tema titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, se le asigna como:

- * **ASESOR** : Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

ARTICULO SEGUNDO. - Disponer a los miembros del Sub comité de evaluación dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del Proyecto de Investigación, trabajo de investigación o sustentación de trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución decanal de aprobación de Proyecto de Investigación, que se mencionan en el considerando.

ARTICULO TERCERO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable del comité de investigación y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, el secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc:
archivo 2024
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN RARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 65531



UNIVERSIDAD ANDINA
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 599-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 12 de julio 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 288-2023-D-UI-FICP.UANCV** del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 004-2023-UANCV-FICP-UI-EPIET** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 001-2023-UANCV-FICP-CACV** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de **Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones** y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **15 de junio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, con el tema titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Ing. CARLOS ALEJANDRO CACERES VARGAS**
- * **1er Miembro** : **Ing. ABELARDO LEON MIRANDA**
- * **2do Miembro** : **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones**, con el Tema Titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA.**

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. GIOVANNI JOSE HUACASI SUPO.**

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc. archivo 2023 interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

16%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

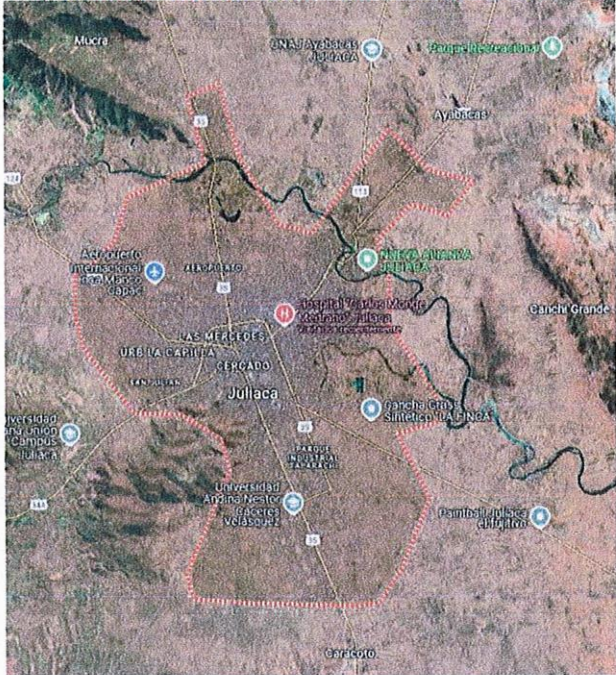
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	2%
3	www.actum.es Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad a Distancia de Madrid Trabajo del estudiante	1%
5	naylampmechatronics.com Fuente de Internet	1%
6	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
7	forum.arduino.cc Fuente de Internet	1%



METADATOS COMPLEMENTARIOS

Título de la tesis	
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Edwin Fredy Chambi Mamani
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	40719143
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0000-0063-5805
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Salvador Teodoro Valdivia Cardenas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-8660-8733
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Alejandro Cáceres Vargas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	29591476
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Abelardo León Miranda
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40198643
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Adwar Ranulfo Sánchez Carreón
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02064066
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES-P19
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca</p> <p>Longitud: 15° 30' 0.151" S Latitud: 70° 7' 20.401" W</p> <p>URL Mapa https://maps.app.goo.gl/mB4p2hFz5dJEka1V8</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2023– Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.00</p> <p>Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05</p>

UNIVERSIDAD ANDRÉS BASTO CÁCERES VELASQUEZ
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Parillo Sosa
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI, identificado con DNI Nro. 40719143 en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
- Programa de Segunda Especialidad,**
- Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación,** **Trabajo Académico** denominada:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Mgr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Es un tema original.


Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

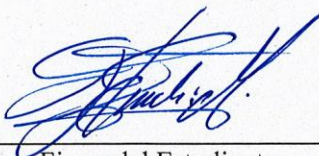
Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 06 de enero del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis queridos y amados padres, Fabia Mamani C. y Apolinario Chambi O., así como a mis hermanos Julio, Soledad y Jaquelin.

De manera especial, a mi amada esposa Silvia y a mis hijas, Riana Fabice y Alexandra Massiel, quienes con su confianza, apoyo y comprensión han sido el motor y la inspiración para alcanzar este anhelado logro.

También a mi gran amigo Gludher Quispe Cotacallapa, por su amistad y apoyo incondicional a lo largo del camino.



AGRADECIMIENTO

A Dios y a los docentes de la Universidad Andina, por su apoyo incondicional a lo largo de mi paso por la universidad.



ÍNDICE GENERAL

_Toc188277203

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. Económica	3
1.3.2. Académica	3
1.3.3. Tecnológica	4
1.3.4. Ambiental.....	4
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. HIPÓTESIS	4
1.5.1. General.....	4



1.5.2.	Específicas.....	5
1.6.	VARIABLES.....	5
1.6.1.	Variable dependiente.....	5
1.6.2.	Variable independiente.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.2.	MARCO TEÓRICO.....	13
2.2.1.	ESP32.....	13
2.2.2.	Tecnología RFID (Radio Frequency Identification)	16
2.2.3.	Módulo Lector/Grabador RFID RC522	17
2.2.4.	TAGs RFID	20
2.2.5.	Rango de frecuencia de las etiquetas	23
2.2.6.	Sin 800l.....	24
2.2.7.	RTC DS3231	28
2.2.8.	Modulo lector de memoria Micro SD Card	30
2.2.9.	Plx-DAQ	31

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	35
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.3.1.	Análisis de requerimientos	35
3.3.2.	Diseño del prototipo.....	35
3.3.3.	Construcción e integración	35



3.3.4.	Validación funcional.....	36
3.4.	OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.4.1.	Módulo de Marcación	36
3.4.2.	Módulo Centralita.....	36
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	36
3.5.1.	Técnicas:.....	36
3.6.	INSTRUMENTOS Y RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.6.1.	Hardware	37
3.6.2.	Software.....	37
3.6.3.	Placas de Desarrollo Electrónico.....	37
3.6.4.	Módulos Inalámbricos.....	37
3.6.5.	Dispositivos de Grabación de Datos	37
3.6.6.	Software de Simulación y Diseño Electrónico.....	37
3.6.7.	Equipos de Prueba y Medición.....	37

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1.	PROCEDIMIENTO DEL DIMENSIONAMIENTO	38
4.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE REGISTRO Y TRANSMISIÓN DE DATOS VÍA TAG Y SMS PARA CONTROL DE UNIDADES	40
4.3.	ÁMBITO DE ESTUDIO.....	42
4.4.	PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DEL RELOJ MARCADOR.....	44
4.4.1.	Descripción del diagrama de flujo del módulo reloj marcador ...	45
4.5.	PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO CENTRALITA	46
4.5.1.	Descripción del diagrama de flujo módulo centralita.....	47



4.6.	CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE GUARDADO DE MICRO SD CARD.....	47
4.7.	PREPARACIÓN DEL SD	49
4.8.	DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONFIGURACIÓN DEL LECTOR MICRO SD.....	52
4.9.	CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE ENVÍO DE SMS POR SIM800L	53
4.10.	PROGRAMA DEL SIM800L.....	55
4.11.	CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE FECHA Y HORA – DS3231	56
4.12.	PROGRAMA del Clock Stage – DS3231	57
4.12.1.	Configuración Clock Stage DS3231	58
4.13.	CONFIGURACIÓN PARA LA ETAPA DE ALERTA Y NOTIFICACIONES	59
4.13.1.	Programa de la etapa de alerta y notificación	61
4.14.	CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE LECTURA DE TAGS	61
4.14.1.	Programa de la etapa de prueba del lector RFID	63
4.15.	CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE POTENCIA ON/OFF DE LA BATERÍA LI-ION 18650	64
4.16.	CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE ELEVACIÓN DE VOLTAJE DE 3.7V A 6V	66
4.16.1.	Detalles clave para la configuración.....	66
4.17.	FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO RELOJ DE MARCACIÓN.....	69
4.17.1.	Proceso de funcionamiento del módulo reloj de marcación en 3 pasos	71
4.18.	FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO CENTRALITA	76



- 4.18.1. Proceso de funcionamiento del módulo centralita en 3 pasos... 77
- 4.19. RECEPCIÓN DE DATOS EN UN CELULAR 80
- 4.20. DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPOS
DE RELOJES MARCADORES Y MODULO CENTRALITA 80
- 4.20.1. Primer Prototipo 80
- 4.20.2. Segundo prototipo 81
- 4.20.3. Tercer prototipo 84

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- 5.1. DESARROLLO DE LOS MÓDULOS "MARCACIÓN" Y
"CENTRALITA" 86
- 5.1.1. Dispositivo final del módulo reloj marcador y centralita 87
- 5.2. COMPROBACIÓN DEL RENDIMIENTO Y AUTONOMÍA:..... 88
- 5.2.1. Cálculo de la autonomía del sistema 89
- 5.3. MECANIZACIÓN DEL CASE PARA LOS MÓDULOS 90
- 5.4. MODULO FINAL DEL RELOJ MARCADO Y CENTRALITA:
CORRESPONDIENTES INTERNOS Y EXTERNOS 91
- 5.4.1. Descripción interna del hardware del módulo final del reloj
marcador y Centralita 91
- 5.4.2. Modulo Final de Marcación y Centralita – Exterior 92
- 5.5. TAGS PARA EL CONTROL Y REGISTRO DIARIO 94
- 5.6. TRANSMISIÓN DE DATOS Y VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL ..
| 94
- 5.7. CUADRO COMPARATIVO 97



5.7.1. Sistema mecánico de marcación manual vs Sistema embebido desarrollado	97
CONCLUSIONES	98
RECOMENDACIONES.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	101
ANEXOS	104
Anexo 1: Matriz de Consistencia	105
Anexo 2: Matriz de Datos - Código del proyecto (Módulo Reloj Marcador)	111
Anexo 3: Datasheet del ESP32	117
Anexo 4: Datasheet del MT3608	118
Anexo 5: Datasheet del SIM800	119
Anexo 6: Datasheet del PLX-DAQ.....	121



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Placa de desarrollo ESP32 WROOM-32 DEVKIT V1 anverso y reverso 14

Figura 2 Distribución de pines ESP32 WROOM-32 DEVKIT V1 14

Figura 3 Módulo RC522 RFID 13.56MHz 18

Figura 4 Descripción de pines del módulo RC522 RFID 13.56MHz 18

Figura 5 Tarjeta Tag RFID 21

Figura 6 Llavero Tag RFID..... 22

Figura 7 Rango de frecuencias de los TAG 24

Figura 8 Módulo SIM800L Anverso y reverso 25

Figura 9 Distribución de pines módulo SIM800L 26

Figura 10 Estado de conexión del SIM800L..... 28

Figura 11 DS3231 RTC anverso y reverso, sin batería..... 29

Figura 12 Módulo Lector de memoria Micro SD, anverso y reverso 31

Figura 13 PLX - DAQ 33

Figura 14 Representación de los elementos metodológicos de la investigación 34

Figura 15 Diagrama de bloques de la propuesta del proyecto..... 39

Figura 16 Diagrama de flujo del proceso general del funcionamiento 40

Figura 17 Representación gráfica de flujo del proceso 42

Figura 18 Unidad móvil y su cobradora 43

Figura 19 Reloj fechero marcador y su tarjeta..... 43

Figura 20 Diagrama de flujo de configuración del módulo del reloj marcador 44

Figura 21 Diagrama de flujo de la configuración del módulo centralita..... 46

Figura 22 Diagrama Electrónico del lector micro SD..... 48



Figura 23	Modulo lector micro SD modificado para 3.3V	49
Figura 24	Icono de reconocimiento de la tarjeta Micro SD por la PC	49
Figura 25	Icono del programa SD CARD Formatter	50
Figura 26	Ventana de inicio del SD Card Formatter 5.0.2.....	50
Figura 27	Tarjeta Micro SD card para el uso en los relojes marcadores y módulo de la centralita.....	51
Figura 28	Código para el lector SD CARD	51
Figura 29	Creación del archivo CSV.....	52
Figura 30	Diagrama de flujo del lector de SD CARD.....	53
Figura 31	Diagrama Electrónico de conexión del módulo SIM800L	54
Figura 32	Implementación del circuito electrónico con el módulo SIM800L ...	54
Figura 33	Código para el SIM800L	55
Figura 34	Diagrama Electrónico del circuito Clock Stage - DS3231	56
Figura 35	Implementación del circuito electrónico del Clock Stage - DS3231 en la PCB	57
Figura 36	Programa de configuración, sincronización de fecha y hora del módulo DS3231	58
Figura 37	Diagrama de flujo del Clock Stage DS3231	59
Figura 38	Diagrama Electrónico de la etapa de alerta y notificación	60
Figura 39	Implementación del circuito electrónico de la etapa de alerta y notificación	60
Figura 40	Programa de configuración para la etapa de notificaciones	61
Figura 41	Diagrama Electrónico de la etapa del lector de tarjetas RFID	62
Figura 42	Implementación del circuito electrónico de la etapa del lector de tarjetas RFID	62



Figura 43 Programa para la etapa del lector de tarjetas RFID y configuración de pines.....	63
Figura 44 Diagrama de flujo de configuración de pines y lectura de la tarjeta RFID	64
Figura 45 Circuito ON/OFF para el módulo reloj marcador y centralita	65
Figura 46 Implementación del circuito electrónico de la etapa de potencia ON/OFF y la batería LiPo 18650	66
Figura 47 Elevador de voltaje MT3608.....	67
Figura 48 Elevador de Voltaje Boost Step Up 6W 2A de salida regulable.....	67
Figura 49 Diagrama modificado del circuito electrónico de la etapa de elevación de voltaje de 3.7V a 6V	68
Figura 50 Implementación de la etapa de elevación de voltaje de 3.7V a 6V.	68
Figura 51 Diagrama de flujo del funcionamiento del módulo reloj marcador ..	70
Figura 52 Reloj marcador con uno de los TAGs.....	71
Figura 53 Archivos CSV creados en la Micro SD Card del módulo marcador	72
Figura 54 Datos anexados en el archivo CSV de cada reloj.....	73
Figura 55 Datos enviados del reloj marcador al celular de la unidad vehicular correspondiente	74
Figura 56 Datos enviados del reloj marcador para el registro de cada proceso de marcación de los TAGs de cada unidad vehicular	75
Figura 57 Diagrama de flujo del funcionamiento del módulo Centralita.....	77
Figura 58 Hoja Excel de PLX-DAQ.....	79
Figura 59 Primer prototipo del módulo de Marcación y Centralita	81
Figura 60 Segundo prototipo del módulo de Marcación y Centralita	82



Figura 61 Diagrama del diseño de los circuitos del módulo reloj marcador y receptor centralita	83
Figura 62 Tercer prototipo del módulo de Marcación y Centralita.....	85
Figura 63 Cuarto prototipo del módulo de Marcación y Centralita	88
Figura 64 Medición del consumo en voltaje y corriente	89
Figura 65 Case fabricado por Impresión 3D – Artillery.....	90
Figura 66 Presentación del módulo reloj marcador y centralita	92
Figura 67 Módulo reloj marcador y centralita	93
Figura 68 TAGs para cada unidad vehicular debidamente rotulado	94
Figura 69 Sala de control y monitoreo	95
Figura 70 Datos visualizados en el celular	96



RESUMEN

En el trabajo de tesis se desarrolló mejorar el sistema de marcación mecánica manual utilizado en el control y monitoreo del seguimiento de rutas de los vehículos de las empresas de transporte de servicio urbano en la ciudad de Juliaca, mediante la implementación de un sistema embebido electrónico más eficiente y tecnológicamente avanzado. La metodología de la investigación fue de carácter aplicada y de tipo tecnológico, la técnica utilizada fue la programación y los instrumentos fueron todos los componentes electrónicos intervinientes en el prototipo. Los resultados que se obtuvieron fueron alentadores, ya que se desarrolló dos módulos "Marcación y Centralita" los cuales tenían componentes o módulos electrónicos como; módulo Micro SD Card, SIM800L, RTC DS3231, ESP32 y RFID RC522, además se incorporó leds, buzzer y una etapa de poder con baterías Li-Ion 3.7v a 1800 mAh, con los cuales se lograron desarrollar ambos módulos que permiten el registro de datos (cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj) tanto en la SD Card del reloj marcador y en el módulo de la centralita a través del envío de datos mediante la red GSM, y esta a su vez pueda ser visualizado en un monitor de PC mediante el software libre PLX-DAQ y Excel, el módulo tiene un consumo de 220 mAh con una autonomía de 16 horas, por lo que se concluyó que los módulos desarrollados están listos y preparados para su implementación.

Palabras Clave: Dispositivos electrónicos, Marcación inalámbrica, Control, Monitoreo, Transporte público, Juliaca.



ABSTRACT

The thesis work was developed to improve the manual mechanical marking system used in the control and monitoring of the route tracking of the vehicles of the urban service transportation companies in the city of Juliaca, through the implementation of a more efficient and technologically advanced electronic embedded system. The research methodology was applied and technological, the technique used was programming and the instruments were all the electronic components involved in the prototype. The results obtained were encouraging, since it was developed two modules "Dialing and Switchboard" which had components or electronic modules such as; Micro SD Card module, SIM800L, RTC DS3231, ESP32 and RFID RC522, also incorporated LEDs, buzzer and a power stage with Li-Ion batteries 3.7v to 1800 mAh, with which we were able to develop both modules that allow the registration of data (number of dials, time, date, vehicle unit and place of clock) both in the SD Card of the dialer clock and in the module of the switchboard through the sending of data via the GSM network, and this in turn can be displayed on a PC monitor using the free software PLX-DAQ and Excel, the module has a consumption of 220 mAh with an autonomy of 16 hours, so it was concluded that the developed modules are ready and prepared for implementation.

Keywords: Electronic Devices, Wireless Dialing, Control, Monitoring, Public Transport, Juliaca.



INTRODUCCIÓN

El transporte público de servicio urbano es un medio indispensable para las personas para su movilización diaria y cotidiana, el cual debe garantizar la movilidad de los usuarios hacia sus destinos. En este proceso se tiene en cuenta la ruta, distancia y marcación de tiempo para el registro de cada unidad vehicular. El que incumple los tiempos de marcación establecidos por la empresa, será acreedor de multas y sanciones e inclusive la suspensión de la unidad vehicular por un determinado periodo de acuerdo a lo establecido en los reglamentos internos de la empresa, y es ahí donde se genera el problema, ya que el registro y control de tiempo es muy importante para la empresa para el servicio ordenado hacia los usuarios.

El sistema de control y seguimiento de rutas de las unidades vehiculares de servicio de transporte urbano en la ciudad de Juliaca, en la mayoría de los casos no es eficiente, debido a que se utiliza el sistema de marcación por tarjeta en puntos específicos colocados por la empresa y lo realizan manualmente, donde el cobrador(a) de la unidad de transporte realiza la marcación a través de un reloj marcador mecánico, donde se inserta la tarjeta de control en la ranura correspondiente y presionando una perilla se imprime mecánicamente la hora y fecha en la tarjeta, haciendo que sea su única fuente de registro diario de cada unidad vehicular de transporte público. En muchos casos este proceso de marcación mecánica manual, dan lugar a casos donde se puede observar alteraciones por la mala impresión, poca visualización por falta de tinta o doble marcación en el mismo lugar debido al apuro, y de esta forma hace que se visualice la tarjeta de control de manera ilegible la hora y fecha de marcación de



la unidad vehicular y siendo en muchos casos este error una excusa para evitar las multas por el retraso en los tiempos establecidos.

El presente proyecto propone dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica de control y monitoreo del seguimiento de rutas de transporte urbano, permitiendo que las unidades vehiculares puedan desplazarse de manera ordenada de acuerdo a sus tiempos establecidos, este proyecto consta de tres partes; instalación de determinados módulos de control y monitoreo (reloj) según la cantidad requerida por la empresa, ubicados en lugares estratégicos, uso de tarjetas únicas de RFID por cada socio o vehículo de la empresa para la marcación inalámbrica correspondiente y uso de un móvil o teléfono de cualquier gama en cada unidad vehicular para el registro de cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj. Todo este proceso es monitoreado en tiempo real, tanto por el usuario o socio como también por el administrador, mediante el sistema de envío de información remota (SMS), paralelamente se crea una base de datos diariamente en la central para la correcta administración de los tiempos y sanciones si es que lo hubiera para cada uno de las unidades vehiculares de la empresa de transportes, evitando así posteriormente las excusas de una mala marcación como sucede con los relojes de marcador mecánico.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La ciudad de Juliaca enfrenta desafíos significativos en la gestión y monitoreo de su sistema de transporte urbano. Los autobuses y microbuses que operan en la ciudad no cuentan con un sistema eficiente de seguimiento y control de rutas, lo que resulta en problemas como demoras, rutas no autorizadas, falta de información en tiempo real para los administradores de las empresas y una supervisión ineficiente de la flota de transporte.

En la ciudad de Juliaca vemos que el uso de estas tecnologías aún es limitado en todos los aspectos, siendo una ciudad comercial ésta debe de estar acorde con los cambios tecnológicos y dentro de la tecnología aplicada al tema de transporte, siendo más específico, en el control de tiempo y proceso de monitoreo de seguimiento de rutas de las unidades vehiculares del sistema de transporte urbano, sólo se tiene conocimiento del uso del GPS, ésta a su vez, son sistemas costosos, cerradas y con acceso limitado; el uso del reloj marcador mecánico, con un sistema mecánico ruidoso, un proceso de uso tedioso y costoso por el tema del desgaste mecánico, hace que su mantenimiento sea caro, el uso de



material de escritorio rotulado (tarjeta de control) con un proceso de diseño e impresión costoso.

Por ende, con este trabajo de investigación, diseñado con dispositivos electrónicos de bajo costo y un sistema de marcación inalámbrica, se propone dar solución el control y monitoreo del seguimiento de rutas del transporte urbano de la ciudad de Juliaca, con resultados positivos y favorables.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar e implementar dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica de control y monitoreo de rutas de transporte urbano en la ciudad de Juliaca?

1.2.2. Problemas específicos

PE₁ ¿Cómo realizar la marcación inalámbrica mediante el dispositivo electrónico?

PE₂ ¿Cómo realizar un correcto registro de la marcación inalámbrica?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Económica

En lo económico reducirá costos operativos y mejorará la eficiencia al automatizar el registro de datos con tecnología RFID y GSM.

1.3.2. Académica

El proyecto combina software y hardware, fortaleciendo conocimientos en electrónica, programación y diseño mediante sistemas embebidos. Esto permite su aplicación en proyectos más complejos.



1.3.3. Tecnológica

El proyecto moderniza el transporte urbano en Juliaca mediante dispositivos con RFID, GSM y datasets, optimizando la gestión de rutas y el monitoreo en tiempo real

1.3.4. Ambiental

La tecnología RFID es una alternativa ecológica que reduce componentes contaminantes, evita baterías desechables y elimina el uso de papel.

1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica de control y monitoreo de rutas de transporte urbano en la ciudad de Juliaca.

1.4.2. Objetivos específicos

OE₁ Diseñar e implementar dispositivos electrónicos de marcación inalámbrica utilizando tecnología Quad- Band GSM/GPRS para facilitar el registro de datos (cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj).

OE₂ Desarrollar algoritmos para la transmisión y recepción de datos (cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj) inalámbricamente, hacia la central y móvil de cada unidad.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. General

Los dispositivos electrónicos de marcación inalámbrica realizan el proceso de control y monitoreo de las rutas de transporte urbano de la ciudad de Juliaca de forma rápida, confiable, eficiente y en tiempo real.



1.5.2. Especificas

- HE₁** La implementación de los dispositivos electrónicos de marcación inalámbrica, mejora eficientemente el registro de datos (cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj), superando al sistema convencional.
- HE₂** Los algoritmos desarrollados, realizan tareas óptimas de transmisión y recepción de datos (cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj), para su registro en la central y el móvil de cada unidad.

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable dependiente

Control y monitoreo del seguimiento de rutas del transporte urbano para la ciudad de Juliaca.

1.6.2. Variable independiente

Diseño e implementación de dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En la siguiente investigación Control de rutas para vehículos públicos mediante tecnología RFID (Laguna Quiroga, 2017), se planteó la implementación de la tecnología RFID en los vehículos públicos mediante el etiquetado a los mismos, que brindaban el servicio de transportar a la ciudadanía a sus diferentes puntos de trabajo, estudio y otros. Se realizó un análisis de cómo implementar las antenas lectoras de las etiquetas en lugares estratégicos como calles, avenidas, rotondas, entre otros. Se tomaron en cuenta aspectos como el alcance, cantidad de etiquetas y la velocidad para una lectura correcta, considerando normas y características recabadas en proyectos similares implementados en diferentes proyectos y lugares. Las etiquetas brindaban conexión inalámbrica a las antenas y lectores que estaban situados en lugares estratégicos de la ciudad, donde el motorizado solo tenía que transitar por el área donde estaba el punto de control, el cual registraba la información del mismo y la enviaba a un servidor central para el almacenamiento de los datos. La investigación demostró un prototipo de lecturas RFID diseñado con tecnología Arduino y la aplicación en lenguaje C# en un entorno de Visual Studio, que enviaba



la información recabada mediante el protocolo HTTP a un servidor externo que recababa la información mediante lenguaje PHP y un gestor de base de datos MySQL para el correcto registro de los datos del automóvil, la ubicación de la antena y la fecha y hora de la lectura.

Así como también, en la investigación titulada Sistema electrónico de notificación de rutas que pasa por diferentes paradas del sistema de transporte público de Quito (Trujillo Fonseca, 2017), se plantea la notificación de rutas implementado en el sistema público de transporte de Quito, utilizando tecnología Arduino, RFID y módulos de transmisión y recepción RF, representó un avance significativo en la mejora de la experiencia de los usuarios del transporte público en la ciudad. Este sistema se estructuró en tres paradas fundamentales: la inicial, la intermedia y la final, cada una con un propósito específico.

En la parada inicial, cuando un autobús se aproximaba o se detenía, pasaba por un lector RFID que estaba estratégicamente ubicado en la parada. Este lector RFID identificaba la información de la ruta específica que el bus estaba destinado a seguir. Lo destacable de este enfoque es que las tarjetas RFID utilizadas eran pasivas, lo que significa que no requerían una fuente de energía propia para funcionar. Esto no solo redujo los costos de diseño del sistema, sino que también simplificó su implementación, lo que resultó en una solución rentable y eficiente.

Una vez que el lector RFID identificaba la ruta del autobús, el sistema de control de la parada inicial enviaba de manera inmediata el código correspondiente a la ruta detectada a través de un módulo de transmisión RF. Esta señal se dirigía a la siguiente parada, la parada intermedia.



La parada intermedia asumió un papel crucial en este sistema. Aquí, se recibía la información transmitida desde la parada inicial, que contenía el código de la ruta del autobús. El sistema de control en la parada intermedia era capaz de identificar y extraer este código, lo que permitía analizarlo para seleccionar el audio correspondiente a la ruta específica. Simultáneamente, la información se mostraba en una pantalla LCD, lo que brindaba una notificación visual adicional a los usuarios.

Además de estas funciones, la parada intermedia también actuaba como un punto de transmisión hacia la última parada, la parada final. Aquí, se transmitía la información de la ruta a través de un módulo de transmisión RF, garantizando que la notificación llegara a todos los usuarios en tiempo real.

La parada final se destacaba por su función de recepción RF. Su tarea principal era recibir la información de la ruta detectada previamente por la parada intermedia y mostrarla en una pantalla LCD, lo que proporcionaba una confirmación visual adicional para los usuarios, y reproducir el audio correspondiente, completando así la notificación auditiva.

Este sistema de notificación de rutas representó un gran avance para los usuarios del transporte público en Quito, ya que permitía a todos los pasajeros conocer con anticipación la ruta de los autobuses que se acercaban a cada parada. Este enfoque fue particularmente beneficioso para las personas no videntes, que ahora podían obtener información independiente y precisa sobre las rutas de los autobuses sin depender de terceros. En última instancia, este proyecto contribuyó a mejorar la



accesibilidad y la comodidad para todos los usuarios del transporte público en la ciudad.

En la siguiente tesis Sistema inteligente de identificación y localización vehicular usando RFID en una red integrada Zigbee y GPRS (Jiménez Llatas & Pretell Cabrera, 2015), se abordó uno de los problemas persistentes en la realidad peruana: la inseguridad vial y vehicular. El objetivo principal de este estudio fue aprovechar tecnologías avanzadas, que ya comenzaban a introducirse en el país, pero con un enfoque innovador y una integración más eficiente para mejorar su aplicación y efectividad.

En el contexto peruano, la inseguridad vial había sido motivo de preocupación constante debido a la creciente congestión del tráfico, la falta de cumplimiento de normas de tránsito y los incidentes frecuentes en las carreteras. Este proyecto de tesis se posicionó como una respuesta a estos desafíos, buscando no solo abordarlos, sino también destacar la eficacia y el potencial éxito de la solución propuesta en el mercado peruano.

El proceso de desarrollo de la tesis se dividió en varias etapas. En primer lugar, se llevó a cabo una investigación exhaustiva para comprender a fondo la naturaleza del problema y las necesidades reales de seguridad vial en el Perú. Esta fase de investigación permitió definir claramente los objetivos del proyecto y los requisitos necesarios para una solución efectiva.

Una vez identificados los desafíos, se propuso un sistema tentativo para abordarlos. Esto implicó la evaluación de diversas tecnologías de vanguardia que podrían contribuir a la mejora de la seguridad vial en el



país. La elección de las tecnologías más adecuadas fue un proceso clave, y se basó en su aplicabilidad y eficacia para resolver los problemas identificados.

Con las tecnologías seleccionadas, se procedió al desarrollo del proyecto paso a paso, siguiendo un enfoque metodológico sólido. Cada etapa del proceso se detalló de manera minuciosa en el documento de tesis, lo que incluyó la implementación y pruebas de las tecnologías en conjunto para crear un prototipo de sistema.

La culminación exitosa del proyecto resultó en la creación de un prototipo funcional que incorporaba diversas tecnologías de vanguardia. Este prototipo tenía un gran potencial para ser escalado y aplicado tanto en el sector público como en el privado del país, con la esperanza de convertirse en una solución efectiva para abordar una variedad de problemas de seguridad vial.

En resumen, el proyecto de tesis en cuestión representó un esfuerzo significativo para abordar la inseguridad vial en el Perú mediante la aplicación de tecnologías avanzadas. Su enfoque innovador y su potencial para resolver problemas reales lo posicionaron como una contribución valiosa al campo de la seguridad vial en el país.

En la siguiente tesis titulada Diseño de un sistema de control vehicular basado en el acceso de espacios libres y ubicación en estacionamientos usando RFID, se destacó la tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) como una solución idónea para el control vehicular. Esta tecnología, basada en etiquetas que almacenan información y lectores capaces de leerlas de manera inalámbrica a



distancia, ofrecía un enfoque innovador y eficiente. La propuesta planteó el diseño de un sistema que utilizara esta tecnología para gestionar el control de accesos, monitorear la disponibilidad de espacios libres y localizar vehículos dentro de un estacionamiento, optimizando así su funcionamiento y mejorando la experiencia de los usuarios.

Después de llevar a cabo pruebas, se pudo concluir que el sistema de control vehicular basado en la tecnología RFID cumplió con las expectativas establecidas. Este sistema era capaz de identificar automáticamente a los usuarios, mostrar la cantidad de espacios disponibles en el estacionamiento en tiempo real, proporcionar información sobre la ubicación de los vehículos y permitir la supervisión de las actividades del estacionamiento desde una computadora central. En consecuencia, este sistema tenía el potencial de ofrecer un control y una gestión mejorados del estacionamiento, brindando comodidades y un mejor servicio a los usuarios durante su estadía en el mismo (Ríos Vidalón, 2011).

En la siguiente tesis Prototipo de control vehicular mediante (RFID) identificación con radio frecuencia y administración a través de un software específico dentro del campus de la ESFOT, se presentó un trabajo innovador que consistió en la implementación de un software y la configuración de equipos de radiofrecuencia para desarrollar un Sistema de Control e Identificación Vehicular en el campus de la ESFOT.

Este prototipo permitió una identificación automática y efectiva de vehículos mediante datos digitales codificados en etiquetas de radiofrecuencia, también conocidas como tags o transponders, los cuales eran capturados por lectores a través de ondas de radiofrecuencia. El



sistema utilizó la tecnología AutoAccess-AA, que ofrecía una cobertura de largo alcance para la identificación dinámica de vehículos. Además, los lectores posibilitaron la lectura simultánea de múltiples etiquetas AAID en un rango de hasta 150 metros, con la capacidad de registrar y reportar la desaparición de cada etiqueta.

La arquitectura del sistema incluía lectores conectados en serie mediante cables de red que, a su vez, estaban vinculados a una computadora central encargada de gestionar la información mediante un software especializado llamado Previsión. Este software, diseñado como un concentrador de datos, facilitó la identificación de etiquetas y su ubicación relativa con respecto a los lectores. Además, ofrecía múltiples métodos de integración con otros dispositivos de control de acceso, siendo compatible con diversos protocolos de comunicación estándar, como conexiones seriales RS-232, RS-485, Wiegand de 26 bits, Ethernet mediante cable RJ-45 o de forma inalámbrica.

El diseño final incluyó una etiqueta, un lector y un programa que permitía visualizar si la etiqueta (emisor) estaba dentro o fuera del rango de cobertura, limitado por el software Previsión. Para ello, se utilizó Visual Basic para determinar la posición relativa de las etiquetas. Asimismo, se integró el microcontrolador PIC 16F628A en el diseño del transmisor y receptor de RF, lo que garantizó un rendimiento óptimo en la comunicación entre los componentes del sistema.

En resumen, este proyecto destacó por su enfoque integral y su capacidad para proporcionar una solución eficiente de control vehicular,

adaptada a las necesidades específicas del campus de la ESFOT(Albuja Piarpuezán & Molina Males, 2008).

En el artículo titulado Estudio de un sistema rfid para el control de inventarios y seguridad de libros en bibliotecas de la Revista Científica y Tecnológica UPSE, publicado en junio de 2016, se analiza el uso de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) en el ámbito bibliotecario. El objetivo principal del estudio es evaluar la viabilidad de implementar esta tecnología para optimizar la gestión de bibliotecas y minimizar la pérdida de libros.

El artículo aborda los aspectos técnicos y funcionales de RFID, destacando sus aplicaciones, ventajas, desventajas y las especificaciones técnicas requeridas para los equipos de esta tecnología. A través de un enfoque detallado, se presenta cómo RFID puede contribuir significativamente a mejorar la eficiencia en la gestión bibliotecaria y la seguridad de los inventarios (Altamirano Di Luca et al., 2016).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. ESP32

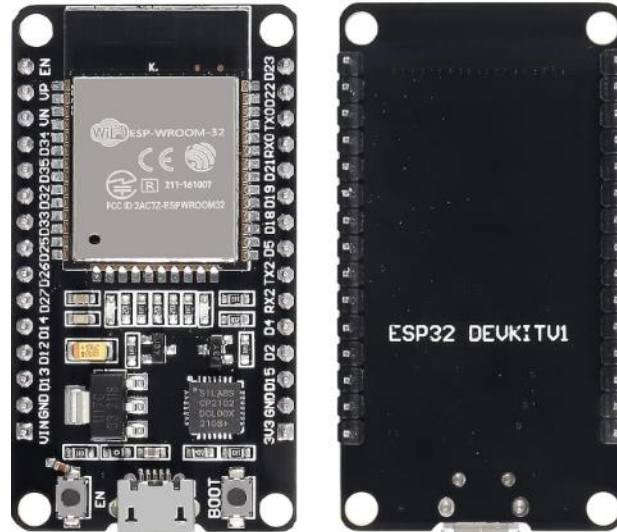
Según (Eguez, 2020), es un microcontrolador de 32 bits con doble núcleo que se ejecuta a 240 MHz, tiene 4 MB de almacenamiento flash, cuenta con WIFI y BLUETOOTH, a su vez es de montaje superficial SMD con 32 pines. Además, este chip mejora las capacidades del ESP8266 siendo el sucesor de esta.

El chip de la serie ESP32 internamente cuenta con interesantes interfaces y periféricos que permiten desarrollar una amplia gama de aplicaciones de IoT de forma sencilla, eficiente y económica, a bordo

del chip podemos encontrar pines para sensores táctiles capacitivos, sensor de efecto hall, interfaz para SD, Ethernet, SPI, UART, I2S e I2C.

Figura 1

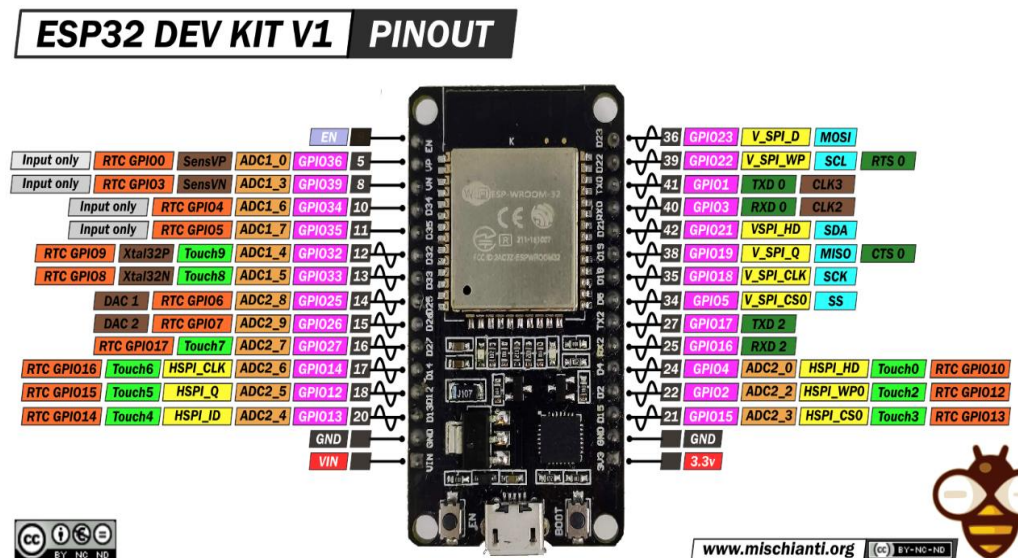
Placa de desarrollo ESP32 WROOM-32 DEVKIT V1 anverso y reverso



Nota: Obtenido de la página web <https://www.nepal.ubuy.com/>

Figura 2

Distribución de pines ESP32 WROOM-32 DEVKIT V1





2.2.1.1. Especificaciones técnicas del ESP32 WROOM-32 DEVKIT V1

- Voltaje de Alimentación (micro-USB): 5V DC
- Voltaje de Alimentación (Vin): 4V-12V DC (5V-9V recomendado)
- Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
- Placa: ESP32 DEVKIT V1 (Espressif)
- SoM: ESP-WROOM-32 (Espressif)
- SoC: ESP32 (ESP32-D0WDQ6)
- CPU: Dual-Core Tensilica Xtensa LX6 (32 bits)
- Frecuencia de Reloj: hasta 240Mhz
- Desempeño: Hasta 600 DMIPS
- Procesador secundario: Permite hacer operaciones básicas en modo de ultra bajo consumo
- Wifi: 802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s)
- Bluetooth: v4.2 BR/EDR, Bluetooth Low Energy (BLE)
- Memoria: 448 KB ROM, 520 KB SRAM, 16 KB SRAM in RTC, 4 MB QSPI Flash/SRAM
- Pines: 30
- Pines Digitales GPIO: 24 (Algunos pines solo como entrada)
- Pines PWM: 16
- Pines Analógicos ADC: 18 (3.3V, 12bit: 4095, tipo SAR, ganancia programable)
- Conversor Digital a Analógico DAC: 2 (8bit)
- UART: 2
- Chip USB-Serial: CP2102
- Conector USB: micro-USB
- Antena en PCB
- Seguridad: Estándares IEEE 802.11 incluyendo WFA, WPA/WPA2 and WAPI, 1024-bit OTP, up to 768-bit for customers, Aceleración criptográfica por hardware: AES, HASH (SHA-2), RSA, ECC, RNG
- Dimensiones: 55*28 mm

- Peso: 9 gramos

2.2.2. Tecnología RFID (Radio Frequency Identification)

Según (Dipole, s. f.), la tecnología de Identificación por Radio Frecuencia (RFID) permite identificar objetos de manera única a través de ondas de radio y puede detectar varios objetos simultáneamente. Su uso es más común en nuestra vida cotidiana de lo que pensamos y está en constante expansión debido a las numerosas ventajas que ofrece, las cuales detallaremos más adelante.

En el sector retail, la tecnología RFID facilita la realización de inventarios en segundos. En la industria, permite el monitoreo en tiempo real de los procesos, y en logística, asegura que los productos enviados sean los correctos y evita errores. Para que el sistema RFID funcione, se requiere de tres componentes esenciales: una antena RFID, un lector RFID y una etiqueta RFID. La elección del hardware específico dependerá de las necesidades y el uso previsto.

Según el sitio web (*Ventajas y aplicaciones de la tecnología RFID - Montega, 2022*), las ventajas de la tecnología RFID incluyen:

- No requiere línea de visión para funcionar.
- Los tags RFID se pueden leer y regrabar múltiples veces.
- Las etiquetas RFID pueden ser desechables o reutilizables y duraderas.
- Ofrecen opciones para encriptar y proteger los datos, mejorando la seguridad.
- Pueden almacenar más información que otros tipos de etiquetas.



- Los lectores RFID tienen la capacidad de leer numerosos tags simultáneamente.
- Las etiquetas RFID pueden imprimirse con la información deseada.
- Los sistemas RFID se pueden integrar con ERP y otros sistemas internos para una gestión completa de la información.

2.2.3. Módulo Lector/Grabador RFID RC522

Según (*Lector RFID RC522 control de acceso RFID con Arduino*, 2020) el módulo RFID RC522 utiliza el chip MIFARE RC522, un circuito integrado de lectura/escritura que opera sin contacto a una frecuencia de 13,56 MHz y está diseñado para comunicarse con etiquetas estándar ISO 14443A. Puede conectarse a un microcontrolador mediante SPI, I2C o UART, con una velocidad de datos de hasta 10 Mbps.

Funciona con un voltaje de entre 2,5 y 3,3V, pero sus pines lógicos son compatibles con 5V, lo que facilita su conexión a un Arduino u otros microcontroladores de 5V sin necesidad de un convertidor de nivel lógico. Además, puede ser programado para generar una interrupción cuando detecta una etiqueta cercana, evitando la necesidad de sondear constantemente.

El módulo lector/grabador RFID RC522 es una excelente opción para proyectos con Arduino, ESP32, Raspberry Pi y otros relacionados con RFID debido a su bajo consumo de energía, coste accesible y robustez. Su popularidad entre los entusiastas de la electrónica se debe a su facilidad de integración y a su confiabilidad

en diversas aplicaciones, lo que lo convierte en una herramienta ideal para quienes buscan implementar soluciones RFID de manera efectiva y económica.

Figura 3

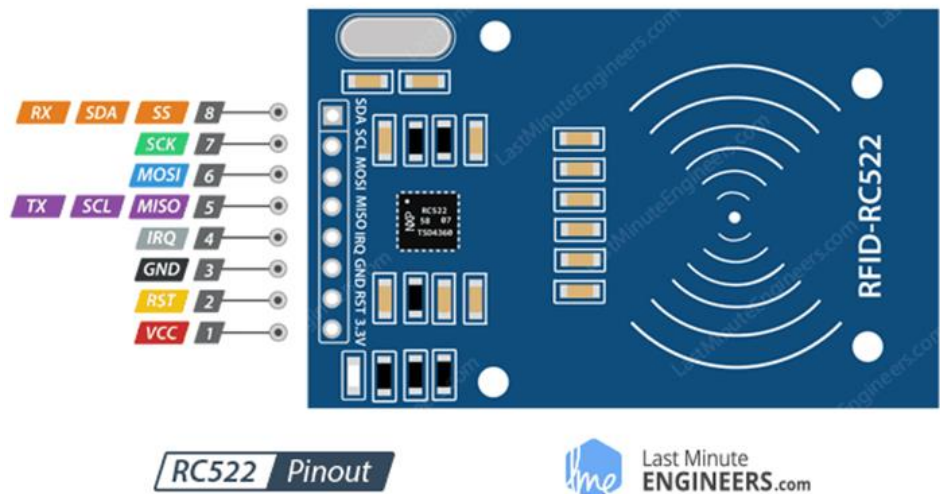
Módulo RC522 RFID 13.56MHz



Nota: Obtenido de la página web <https://naylampmechatronics.com/rfid-nfc/80-modulo-lector-rfid-1356mhz-rc522.html>.

Figura 4

Descripción de pines del módulo RC522 RFID 13.56MHz



RC522 Pinout

Last Minute ENGINEERS.com

Nota: Obtenido de la página web <https://cursos.mcielectronics.cl/2023/01/05/que-es-rfid-como-funciona-interfaz-del-modulo-rc522-rfid-con-arduino/>.



Donde:

- Pin 1, Vcc, normalmente se utiliza 3,3 V.
- Pin 2, RST, pin de reinicio: restablecer o apagar el módulo
- Pin 3, GND, conectado a tierra del sistema
- Pin 4, IRQ, pin de interrupción: se utiliza para activar el módulo cuando un dispositivo entra dentro del alcance
- Pin 5, MISO/SCL/Tx, pin MISO cuando se usa para comunicación SPI, actúa como SCL para I2c y Tx para UART.
- Pin 6, MOSI, pin maestro de salida esclavo para comunicación SPI
- Pin 7, SCK, pin de reloj serie: se utiliza para proporcionar fuente de reloj
- Pin 8, SS/SDA/Rx, actúa como entrada serie (SS) para comunicación SPI, SDA para IIC y Rx durante UART

2.2.3.1. Especificaciones técnicas modulo RC522 13.56 MHz

- Voltaje de alimentación: 3.3V
- Corriente de operación: 13-26mA
- I máxima: 30mA.
- Frecuencia de operación: 13.56Mhz
- Distancia de lectura: 0 a 60mm.
- Protocolo de comunicación: SPI.
- Velocidad de datos máxima: 10Mbit/s
- Dimensiones: 40 x 60 mm
- Temperatura de operación: -20 a 80°C
- Humedad de operación: 5%-95%.
- Máxima velocidad de SPI: 10Mbit/s
- Incluye pines, llavero y tarjeta
- Corriente de reposo/stand by (Isb): 10-13mA a 3.3V
- Corriente en sleep-mode (Ism): <80uA



2.2.4. TAGs RFID

Según la página web (*Etiquetas RFID - Etiquetas de radiofrecuencia / Nextpoints RFID, s. f.*), el funcionamiento de los sistemas de tags RFID es simple. Los tags generan una señal de radiofrecuencia con los datos de identificación. Esta señal puede ser captada por un lector, que se encarga de leer la información y pasársela, en formato digital, a la aplicación de control de acceso. Los tags RFID pueden ser activos, semipasivos (o semiactivos) o pasivos. Los tags pasivos no requieren ninguna fuente de alimentación interna y sólo se activan cuando un lector se encuentra cerca para suministrarles la energía necesaria. Los otros dos tipos necesitan alimentación, típicamente una pila pequeña.

2.2.4.1. TAGs pasivos

Los tags pasivos no poseen ningún tipo de alimentación. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica mínima que basta para operar el circuito integrado del tag para generar y transmitir una respuesta. Los tags pasivos suelen tener distancias de uso práctico comprendidas entre los 10 cm y llegando hasta unos pocos metros. Como carecen de autonomía energética el dispositivo puede resultar muy pequeño, como una etiqueta.

2.2.4.2. TAGs activos

Los tags activos poseen su propia fuente autónoma de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estos tags son mucho más fiables que los pasivos debido a su capacidad de establecer sesiones con el lector. Gracias a su fuente de energía son capaces de transmitir señales más

potentes que las de los tags pasivos, lo que los lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia como el agua o el metal (contenedores, vehículos). También son efectivos a distancias mayores pudiendo generar respuestas claras a partir de recepciones débiles.

2.2.4.3. TAGs semipasivos

Los tags semipasivos poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal. La energía contenida en la radiofrecuencia se refleja hacia el lector como en un tag pasivo. La batería puede permitir al circuito integrado de la etiqueta estar constantemente alimentado y eliminar la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante. Los tags RFID semipasivos responden más rápidamente, por lo que son más fuertes en la ratio de lectura que los pasivos, tienen una fiabilidad comparable a la de los tags activos y mayor duración, a la vez que pueden mantener el rango operativo de un tag pasivo.

Figura 5

Tarjeta Tag RFID



Nota: Nota: Obtenido de la página web <https://naylampmechatronics.com/>.

2.2.4.4. Especificaciones técnicas de los TAGs Modelo MFS50

- Frecuencia: 13.56 MHz
- Protocolo: ISO/IEC 14443 Tipo A
- Bauds: 106 kbps
- Alcance de lectura/escritura: 0~5cm (aprox.)
- EEPROM: 1K Bytes
- Identificador único de 4 Bytes
- Tiempo de lectura: 100ms
- Ciclos de escritura: 100 000
- Dimensiones: 85.5mm x 54mm x 1mm
- Color: Blanco
- Material: PVC

Figura 6

Llavero Tag RFID



Nota: Obtenido de la página web <https://naylampmechatronics.com/>.

2.2.4.5. Especificaciones técnicas tag llavero RFID

- Frecuencia: 13.56MHz
- Material: ABS/PVC
- EEPROM: 1K Bytes
- Alcance de lectura/escritura: 0~5cm (Aprox. Depende del lector)
- Protocolo: ISO14443A
- Identificador único de 4 Bytes

- Bauds: 106 kbs
- Dimensiones: 35mm x 3mm x 6mm

2.2.5. Rango de frecuencia de las etiquetas

Según el sitio web (Admin, 2019), el rango de frecuencia lo podemos comparar a la sintonización de nuestra radio. De la misma manera que para poder escuchar nuestras emisoras favoritas de radio debemos primero sintonizarla a una señal (emisora de radio), las etiquetas RFID y los lectores también deben estar sintonizados a la misma frecuencia para poder comunicarse entre ellos.

Hay diferentes frecuencias establecidas que un sistema RFID puede usar. Generalmente, las frecuencias más comunes y más usadas son:

2.2.5.1.1. Baja frecuencia (LF)

- Frecuencias de 30 KHz a 300 KHz.
- Corto rango de lectura, aproximadamente 10 cm.
- Velocidad de lectura más lenta.
- Baja sensibilidad a las interferencias de las ondas de radio.
- Las aplicaciones para esta frecuencia solían estar centradas en control de acceso y trazabilidad de animales (ganadería), aunque cada vez se usan menos en el sector pasándole el testigo a la alta frecuencia HF.

2.2.5.1.2. Alta frecuencia (HF)

- Frecuencias de 3 a 30 MHz.
- Conocida por albergar la frecuencia 13.56 MHz, comúnmente conocida por ser la frecuencia usada por el NFC.
- Rango de lectura de entre 10 cm y 1 metro.
- Sensibilidad moderada a interferencias de ondas de radio.
- Esta frecuencia suele ser aplicada para tickets, tarjetas de pago y para aplicaciones de transferencia de datos.

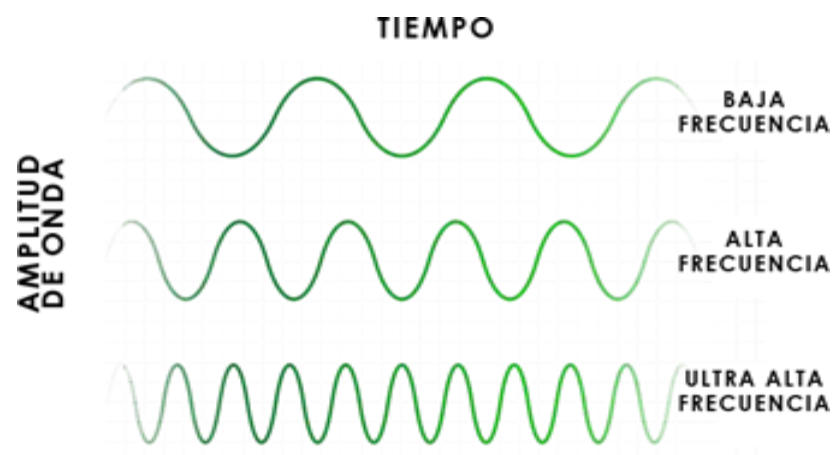
- Existen varios estándares de HF.

2.2.5.1.3. Ultra alta frecuencia (UHF)

- Frecuencias de 300 MHz a 3 GHz.
- Rango de lectura de hasta 12 metros.
- Cumple con el estándar global y universalmente adoptado UHF Gen2 (EPCglobal Gen2 ISO 18000-63).
- Es la frecuencia con las etiquetas más baratas de fabricar.
- Las aplicaciones para esta frecuencia suelen estar centrados en el retail, la atención sanitaria, las ciencias de la salud, la industria farmacéutica, el transporte y la fabricación.

Figura 7

Rango de frecuencias de los TAG



Nota: Obtenido de la página web <https://nextpoints.com/tipos-tag-rfid/>.

2.2.6. Sin 800l

Según (*In-Depth*, 2018) el módulo SIM800L es un dispositivo quad-band GSM/GPRS, trabaja en las frecuencias GSM850MHz, EGSM900MHz, DCS1800MHz y, PCS1900MHz y además dispone de datos de mensajes SMS. Posee un tamaño compacto y un bajo consumo de corriente (puede llegar a consumir 1 mA en modo de reposo). Se comunica con a través del puerto UART (enviar y recibir) comandos a través de los pines RX/TX). El Módulo

GSM/GPRS cuatribanda (QuadBand) SIM800L que permite el envío/recepción de llamadas, el envío/recepción de mensajes cortos (SMS) y operaciones por Internet sencillas como HTTP/UDP/FTP. Al ser cuatribanda funciona en cualquier país gracias a la red GSM global. No funciona con redes 3G solo con tecnología 2G. Funciona mediante comandos AT al igual que la mayoría de módulos y shields GSM. Ideal para domótica, como por ejemplo los avisos mediante SMS de las alarmas silenciosas para el hogar. Utiliza el mismo chip SIM800L que el módulo FONIA de Adafruit, por lo que se pueden utilizar las mismas librerías.

Figura 8

Módulo SIM800L Anverso y reverso



Nota: Obtenido de la página web https://www.todomicro.com.ar/956-large_default/modulo-celular-gsm-gprs-sim800l-con-antena.jpg.

Figura 9*Distribución de pines módulo SIM800L*

Nota: Obtenido de la página web <https://lastminuteengineers.com/sim800l-gsm-module-arduino-tutorial/>.

Donde:

- Pin 1, NET, pin de conexión de antena externa
- Pin 2, VCC, pin de fuente de alimentación, entrada de 3,4 V a 4,4 V
- Pin 3, RST, pin de reinicio, tire hacia abajo durante 100 ms para realizar un reinicio completo
- Pin 4, RXD, entrada de datos en serie
- Pin 5, TXD, salida de datos en serie
- Pin 6, GND, referencia a tierra del módulo
- Pin 7 y 8, SPK - +, Salida diferencial de altavoz
- Pin 9, 10, MIC - +, entrada diferencial de micrófono
- Pin 11, DTR, pin listo para terminal de datos en serie, tire hacia arriba para habilitar el modo de suspensión
- Pin 12, RING, salida de interrupción, activo bajo

2.2.6.1. Especificaciones técnicas SIM 800L

- Voltaje de Operación: 3.4V - 4.4V DC.
- Nivel Lógico de 3V a 5V.
- Consumo de corriente (máx): 500 mA.



- Consumo de corriente (modo de reposo): 0.7 mA.
- Interfaz: Serial UART.
- Quad-band 850/900/1800/1900MHz – se conectan a cualquier red mundial GSM con cualquier SIM 2G.
- Trabaja solo con tecnología 2G. (en Perú Movistar, Claro y Entel)
- Hacer y recibir llamadas de voz usando un auricular o un altavoz de 8Ω externo + micrófono electret.
- Enviar y recibir mensajes SMS.
- Enviar y recibir datos GPRS (TCP/IP, HTTP, etc.).
- Receptor FM.
- Controlado por Comandos AT (3GPP TS 27.007, 27.005 y SIMCOM enhanced AT Commands).
- Interfaz de comandos AT con detección “automática” de velocidad de transmisión.
- Soporta A-GPS.
- Datos GPRS.
 - Velocidad máxima de transmisión 85.6 Kbps.
 - Protocolo TCP/IP en chip.
 - Codificación: CS-1, CS-2, CS-3 y CS-4.
 - Soporta USSD.
- Soporta reloj en tiempo real (RTC).
- Velocidades de transmisión serial desde 1200bps hasta 115 200 bps.
- Tamaño de la SIM: Micro SIM
- El módulo SIM800L cuenta con un LED que indica el estado de conexión a la red celular. Parpadea a distintas velocidades según el estado en el que se encuentre.

Figura 10*Estado de conexión del SIM800L*

Parpadea cada 1 s

El chip está funcionando pero aún no se ha conectado a la red celular.



Parpadea cada 2 segundos

La conexión de datos GPRS que usted solicitó está activa.



Parpadea cada 3 segundos

El módulo se ha puesto en contacto con la red celular y puede enviar/recibir voz y SMS.

Nota: Obtenido de la página web <https://lastminuteengineers.com/sim800l-gsm-module-arduino-tutorial/>.

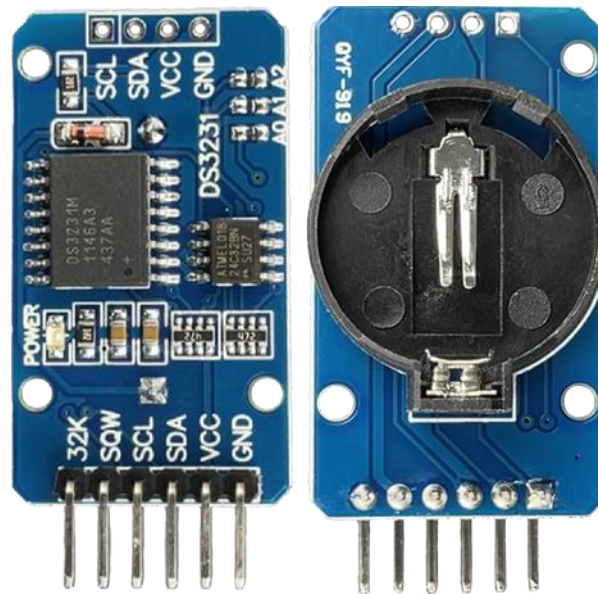
2.2.7. RTC DS3231

Según («DS3231 Reloj de Tiempo Real RTC», s. f.) el DS3231 es un reloj en tiempo real de alta precisión que cuenta con un oscilador a cristal con compensación de temperatura (TCXO). La integración del oscilador a cristal en el propio circuito integrado, en conjunto con la compensación de temperatura, asegura la precisión a largo plazo. El RTC mantiene registro de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año, la fecha es ajustada automáticamente a final de mes para meses con menos de 31 días, incluyendo las correcciones para año bisiesto.

El módulo se comunica con el microcontrolador a través del bus I2C con solamente 2 pines que pueden ser compartidos por varios dispositivos como memorias EEPROM, expansores de IO, controladores PWM, etc.

Figura 11

DS3231 RTC anverso y reverso, sin batería



Nota: Obtenido de la página web <https://naylampmechatronics.com/>.

Donde:

- 33K Este es el pin de salida que proporciona la temperatura compensada, así como un reloj de referencia preciso.
- SQW Este pin emite una onda cuadrada a diferentes frecuencias de 1 Hz, 4 kHz, 8 kHz o 32 kHz. También puede proporcionar una señal de interrupción.
- SCL Este es el pin de reloj serie que se utiliza en la comunicación I2C.
- SDA Este es el pin de datos en serie que también se utiliza en la comunicación I2C.
- VCC Este es el pin de fuente de alimentación del módulo. Conéctelo con 3.3V o 5V
- GND Este es el pin de tierra utilizado para proporcionar tierra común.

2.2.7.1. Especificaciones técnicas del RTC DS3231

- Voltaje de alimentación de 3.0 a 5 volts.
- RTC de alta exactitud, maneja todas las funciones para el mantenimiento de fecha/hora.



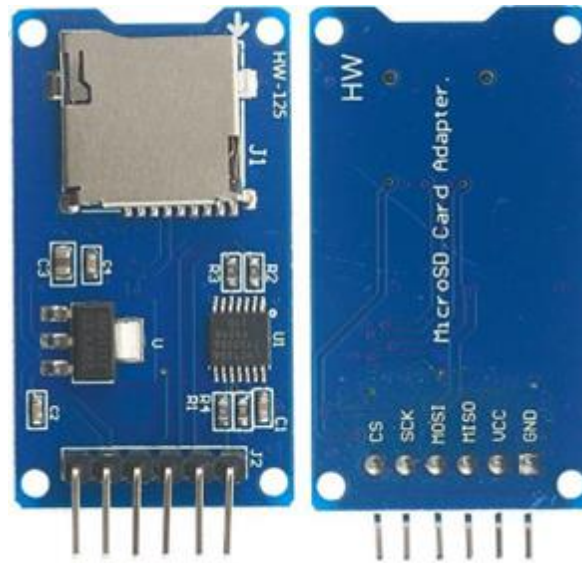
- Exactitud de ± 2 ppm operando a una temperatura de 0°C a $+40^{\circ}\text{C}$.
- Módulo cuenta con reloj DS3231 y memoria EEPROM I2C.
- El módulo cuenta con batería de respaldo (incluida).
- Registro de segundos, minutos, horas, día de la semana, fecha, mes y año con compensación de años bisiestos hasta 2100.
- El DS3231 Incluye sensor de temperatura con exactitud de ± 3 grados centígrados.
- 2 alarmas programables por hora/fecha.
- Salida de señal cuadrada programable

2.2.8. Modulo lector de memoria Micro SD Card

El sitio web (*Micro SD Card Adapter Module*, s. f.) describe un lector de memoria Micro SD Card diseñado para acceder a la memoria micro SD en modo SPI, por lo que las señales de control se etiquetan claramente con los nombres de las señales en dicho bus de comunicaciones. Soporta tarjetas micro SD y micro SDHC. Incluye el chip MC74VHCT125A como circuito de conversión de voltaje lógico para comunicarse a 3.3V o 5V. Puede ser alimentado hasta con 5V gracias a su regulador de voltaje incluido en placa. Compatible con Arduino y en general con cualquier microcontrolador y tarjeta de desarrollo.

Figura 12

Módulo Lector de memoria Micro SD, anverso y reverso



Nota: Obtenido de

<https://es.aliexpress.com/item/1005007129905804.html?src=google>.

Distribución de pines:

- GND, Tierra
- VCC, entrada de voltaje
- MISO, Maestro Entrada Esclavo Salida (SPI)
- MOSI, entrada maestra y esclava (SPI)
- SCK, reloj serie (SPI)
- CS, selección de chip (SPI)

2.2.8.1. Especificaciones técnicas Lector de memoria Micro SD Card

- Voltaje de Operación: 3.3V-5V
- Interfaz: SPI
- Cuenta con todos los pines SPI de la tarjeta SD: MOSI, MISO, SCK, CS
- Chip conversor lógico: MC74VHCT125A
- Dimensiones: 42*24 mm

2.2.9. Plx-DAQ

Según (*PLX-DAQ - Parallax, s. f.*) el complemento de software

Parallax Data Acquisition Tool (PLX-DAQ) para Microsoft Excel



adquiere hasta 26 canales de datos de cualquier microcontrolador Parallax y coloca los números en columnas a medida que llegan. PLX-DAQ proporciona un análisis sencillo en hojas de cálculo de los datos recopilados en el campo, análisis de laboratorio de sensores y monitoreo de equipos en tiempo real,

PLX-DAQ es una herramienta complementaria de adquisición de datos del microcontrolador Parallax para Microsoft Excel. Cualquiera de nuestros microcontroladores conectados a cualquier sensor y al puerto serie de una PC ahora puede enviar datos directamente a Excel. PLX-DAQ tiene las siguientes características:

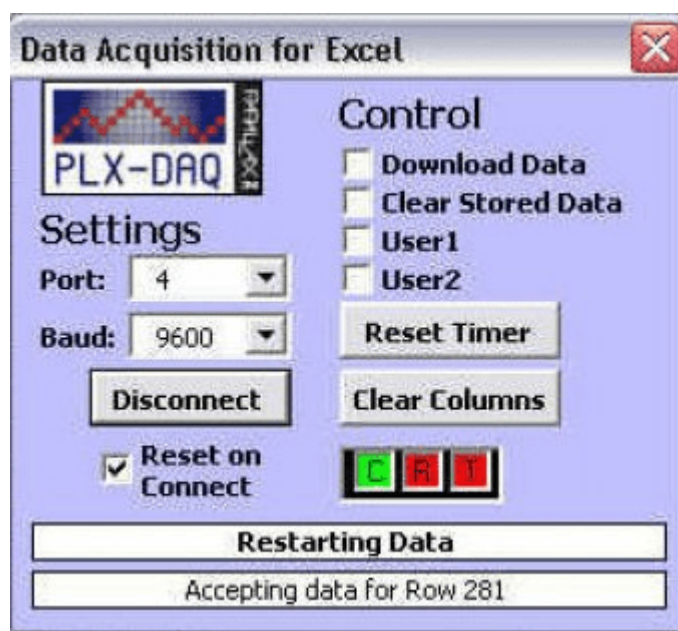
- Trazar o graficar datos a medida que llegan en tiempo real usando Microsoft Excel
- Registre hasta 26 columnas de datos
- Marcar datos en tiempo real (hh:mm:ss) o segundos desde el reinicio
- Leer/escribir cualquier celda en una hoja de trabajo
- Leer/Establecer cualquiera de las 4 casillas de verificación para controlar la interfaz
- Código de ejemplo para BS2, SX (SX/B) y Propeller disponible
- Velocidades en baudios de hasta 128K
- Soporta Com1-15

Requisitos del sistema

- Microsoft Windows 98
- Microsoft Office/Excel 2000 a 2003
- Puede que no funcione con software más nuevo; ya no es compatible.

Figura 13

PLX - DAQ



Nota: Obtenido de la página web <https://www.parallax.com/>.

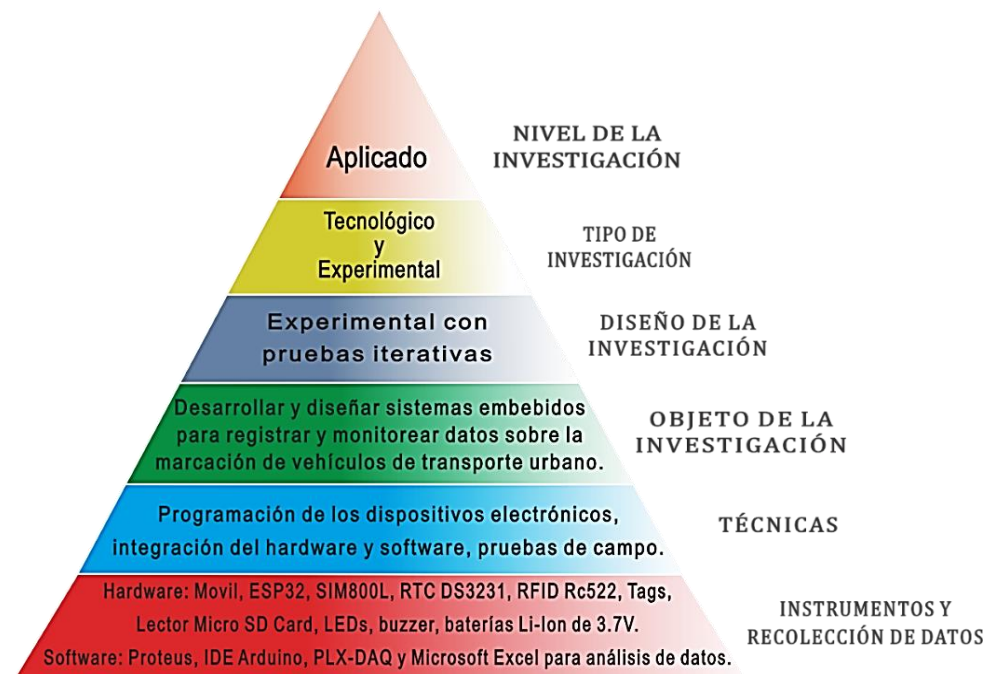
CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se detalla el enfoque metodológico de la investigación, abarcando el nivel, tipo y diseño del estudio, junto con las técnicas e instrumentos y herramientas utilizadas para la recolección y análisis de datos, sintetizados en la Figura 14 de forma jerárquica y visual.

Figura 14

Representación de los elementos metodológicos de la investigación



Nota: La figura muestra una estructura piramidal que resume los principales componentes metodológicos.

3.1. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de esta investigación es **aplicado**, ya que se orientó hacia la solución de un problema práctico: optimizar el control y monitoreo del seguimiento de rutas de vehículos de transporte urbano en la ciudad de Juliaca. Esto implicó el desarrollo de un sistema embebido basado en tecnologías electrónicas avanzadas y accesibles (Fernandez Collado & Baptista Lucio, S.E.).

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es tecnológico y experimental. Fue tecnológico porque se centró en el diseño y construcción de un prototipo funcional basado en componentes electrónicos y software. Fue experimental debido a que el prototipo fue sometido a pruebas controladas y en condiciones reales para evaluar su desempeño y validar su funcionalidad.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue experimental con pruebas iterativas. Se llevaron a cabo las siguientes etapas:

3.3.1. Análisis de requerimientos

Se identificaron las limitaciones del sistema manual de marcación y las especificaciones necesarias para el nuevo sistema embebido.

3.3.2. Diseño del prototipo

Se seleccionaron componentes como ESP32, módulo SIM800L, RTC DS3231, RFID RC522 y baterías Li-Ion 3.7V.

3.3.3. Construcción e integración

Se desarrollaron y ensamblaron los módulos de "Marcación" y "Centralita".



3.3.4. Validación funcional

Se probaron el registro y transmisión de datos, la autonomía energética y la compatibilidad con herramientas como PLX-DAQ y Excel.

3.4. OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN

El objeto de la investigación fue desarrollar y diseñar sistemas embebidos para registrar y monitorear datos sobre la marcación de vehículos de transporte urbano. Este sistema incluye dos módulos principales:

3.4.1. Módulo de Marcación

Responsable de registrar datos como la cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y ubicación del reloj marcador.

3.4.2. Módulo Centralita

Recibe y almacena los datos enviados desde el módulo de marcación mediante la red GSM y los visualiza en una PC mediante software libre.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.5.1. Técnicas:

3.5.1.1. Programación de dispositivos electrónicos

Se utilizó Arduino IDE para programar los microcontroladores.

3.5.1.2. Integración de hardware y software

Se ensamblaron los componentes electrónicos y se implementaron protocolos de transmisión de datos GSM.

3.5.1.3. Pruebas de campo

Se realizaron pruebas en condiciones reales para evaluar el rendimiento del sistema.



3.6. INSTRUMENTOS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Hardware

ESP32, módulo SIM800L, RTC DS3231, RFID RC522, módulo Micro SD Card, LEDs, buzzer, baterías Li-Ion de 3.7V, y una etapa de poder.

3.6.2. Software

Proteus, IDE Arduino para la programación, PLX-DAQ y Microsoft Excel para la visualización y análisis de datos.

3.6.3. Placas de Desarrollo Electrónico

Estos dispositivos, como Arduino, ESP32, STM32 o Raspberry Pi, se pueden utilizar para prototipar y desarrollar los dispositivos electrónicos.

3.6.4. Módulos Inalámbricos

Se pueden utilizar módulos GPS para ubicación, así como tecnologías de comunicación inalámbrica como GSM o Wi-Fi, entre otros, adaptándose a las necesidades específicas del proyecto.

3.6.5. Dispositivos de Grabación de Datos

Para recopilar datos de monitoreo, se pueden utilizar dispositivos de grabación de datos, como registradores de datos GPS o sistemas de adquisición de datos.

3.6.6. Software de Simulación y Diseño Electrónico

Herramientas como Proteus, Altium, Eagle o KiCad para el diseño de circuitos electrónicos y software de simulación como SPICE.

3.6.7. Equipos de Prueba y Medición

Instrumentos como osciloscopios, multímetros y generadores de señales para verificar el funcionamiento de los dispositivos electrónicos.



CAPÍTULO IV

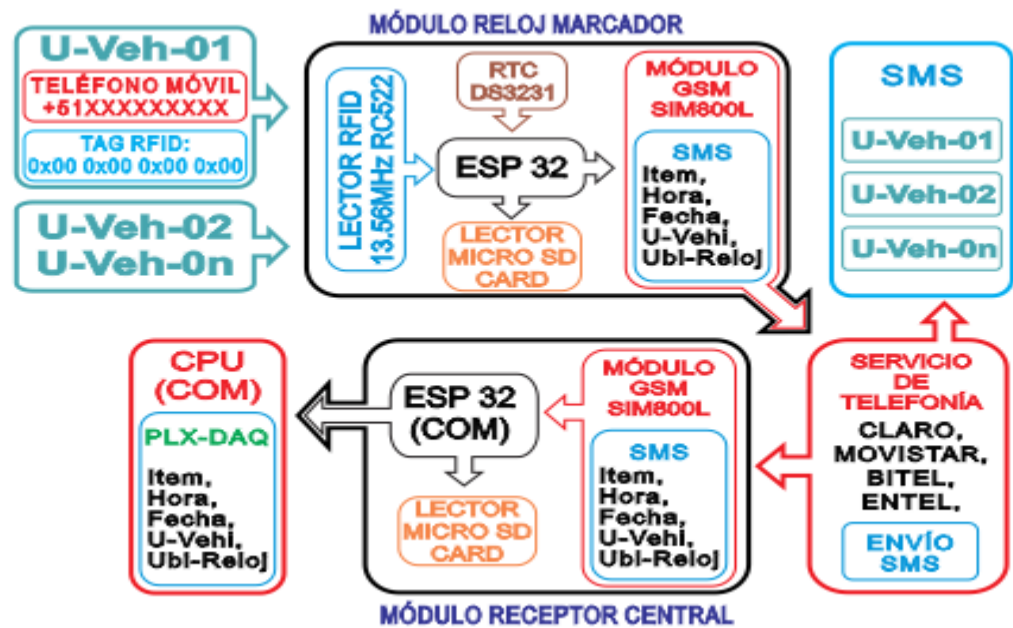
ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PROCEDIMIENTO DEL DIMENSIONAMIENTO

El proceso de dimensionamiento se inicia con la definición de los requisitos funcionales y operativos del sistema, asegurando que los componentes seleccionados cumplan con las necesidades del proyecto. A continuación, se realiza una selección y análisis de los módulos electrónicos, considerando parámetros como compatibilidad del sistema, capacidad de almacenamiento, capacidad de procesamiento, programaciones de alta complejidad en el sistema y conectividad.

Figura 15

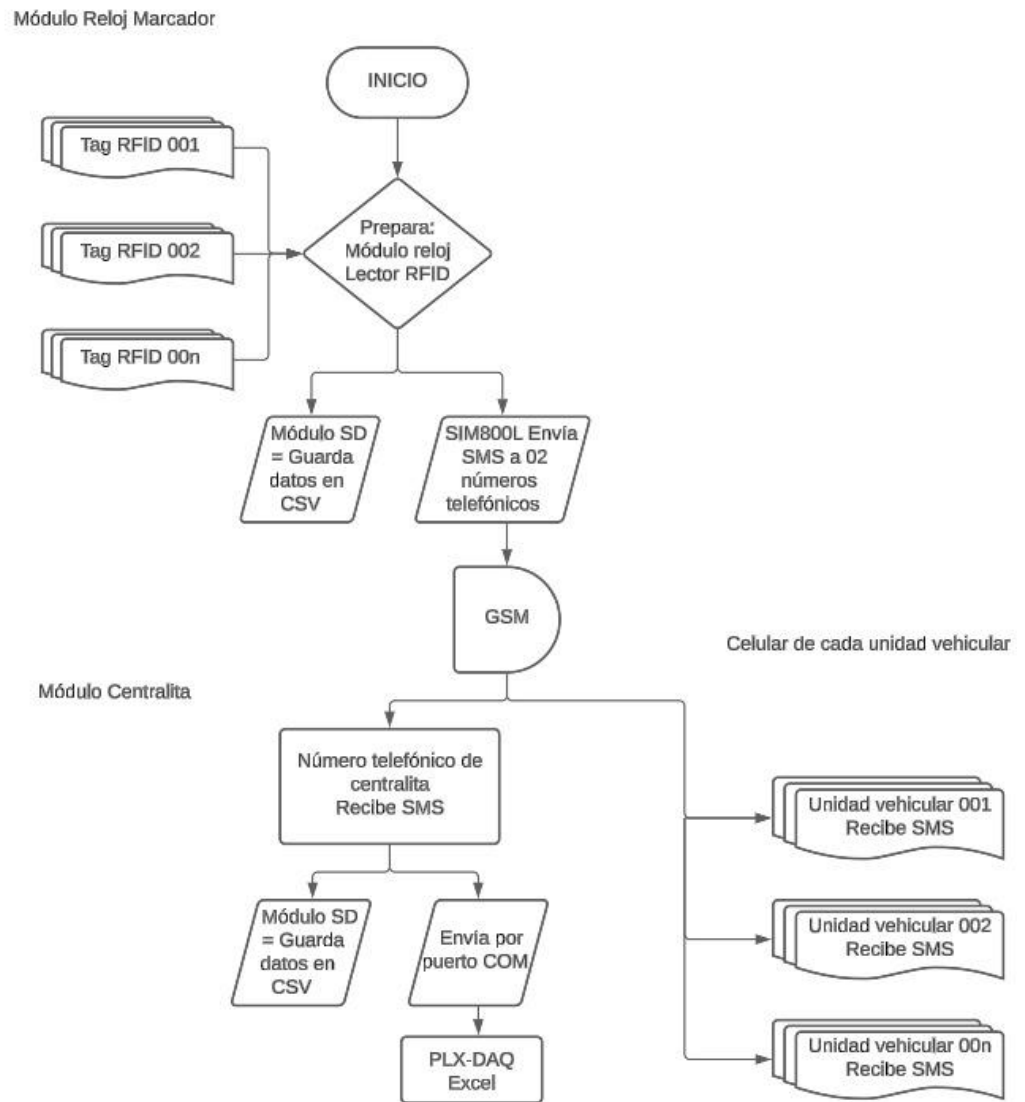
Diagrama de bloques de la propuesta del proyecto



Nota: Flujo de entrada proceso y salida.

Figura 16

Diagrama de flujo del proceso general del funcionamiento



Nota: Se muestra el funcionamiento del módulo reloj marcador hasta la visualización en la centralita y en cada unidad vehicular.

4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE REGISTRO Y TRANSMISIÓN DE DATOS VÍA TAG Y SMS PARA CONTROL DE UNIDADES

Recepción del SMS en cada vehículo (U-Veh-01, U-Veh-02, etc.):
Los vehículos están equipados con un dispositivo llamado TAG (por ejemplo, TAG-01, TAG-02). Cada vez que uno de estos vehículos realiza



una marcación, envía un SMS con la información relevante como la fecha, hora, unidad y lugar a un sistema central.

Envío de los datos al sistema central: Los datos del TAG de cada vehículo son enviados mediante SMS a una central. Estos datos incluyen información sobre la unidad, la fecha, la hora y el lugar de la marcación.

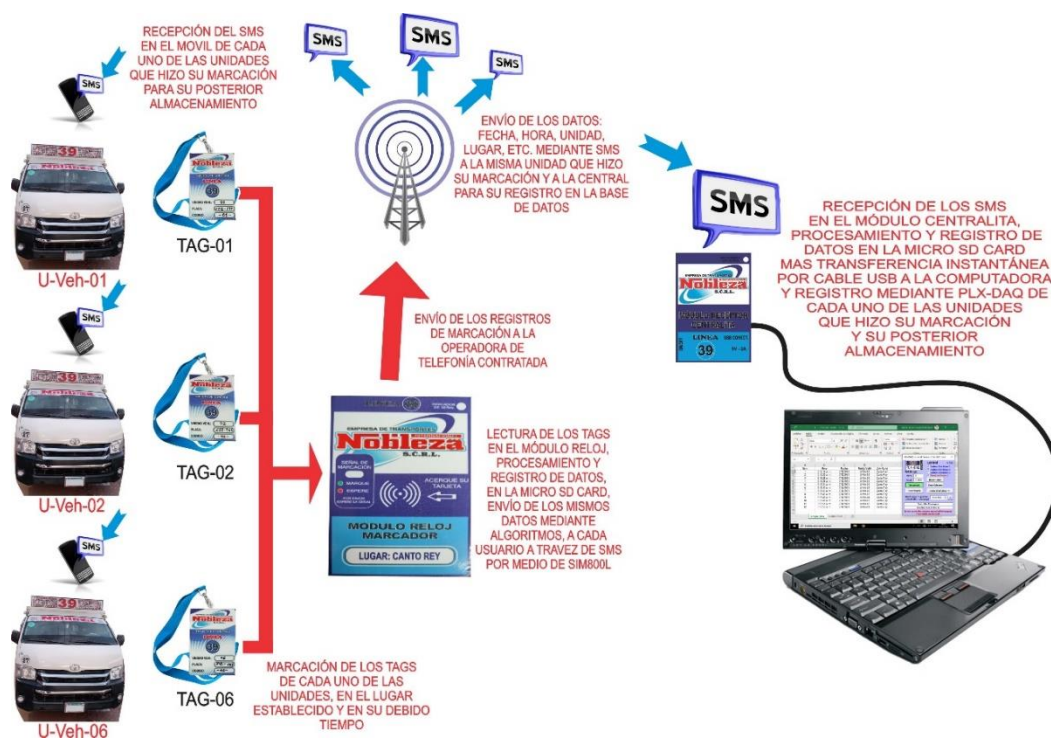
Procesamiento en el sistema central: El módulo central recibe los SMS, donde los datos son procesados y almacenados en una base de datos. Este módulo también está vinculado a una computadora mediante un cable USB y una tarjeta microSD para registrar y almacenar los datos de los vehículos.

Lectura de los TAGs: En el sistema central, se leen los TAGs de cada vehículo utilizando un dispositivo llamado "Módulo Reloj Marcador." Este dispositivo procesa los datos de los TAGs y los almacena en la microSD. Los datos se envían a la computadora a través de un algoritmo específico, proporcionando un registro de las marcaciones.

Marcación y almacenamiento: Finalmente, los datos de cada unidad se registran y almacenan en la computadora para su posterior análisis y almacenamiento.

Figura 17

Representación gráfica de flujo del proceso



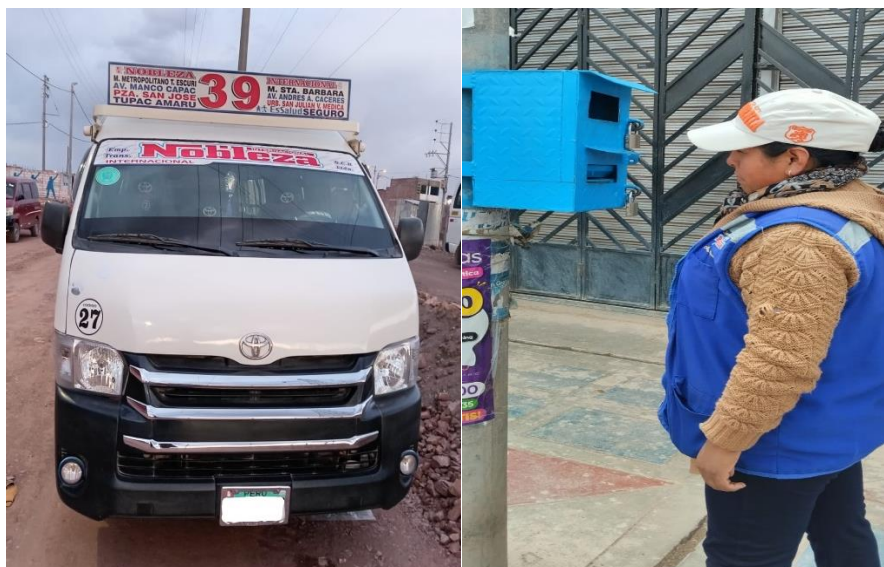
Nota: La gráfica ilustra cómo se conectan y operan los diferentes componentes físicos del sistema propuesto.

4.3. ÁMBITO DE ESTUDIO

El desarrollo de la presente investigación se llevó a cabo en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno, con el apoyo de la empresa “EMPRESA DE TRANSPORTES NOBLEZA INTERNACIONAL S.C.R.Ltda” Línea 39, que hace el servicio de transporte urbano, como terminal de ida: URB. SAN JORGE II ETAPA y terminal de retorno: URB. CANTO REY.

Figura 18

Unidad móvil y su cobradora



Nota: A la izquierda, unidad vehicular-27. A la derecha cobradora marcando tarjeta.

Figura 19

Reloj fechero marcador y su tarjeta



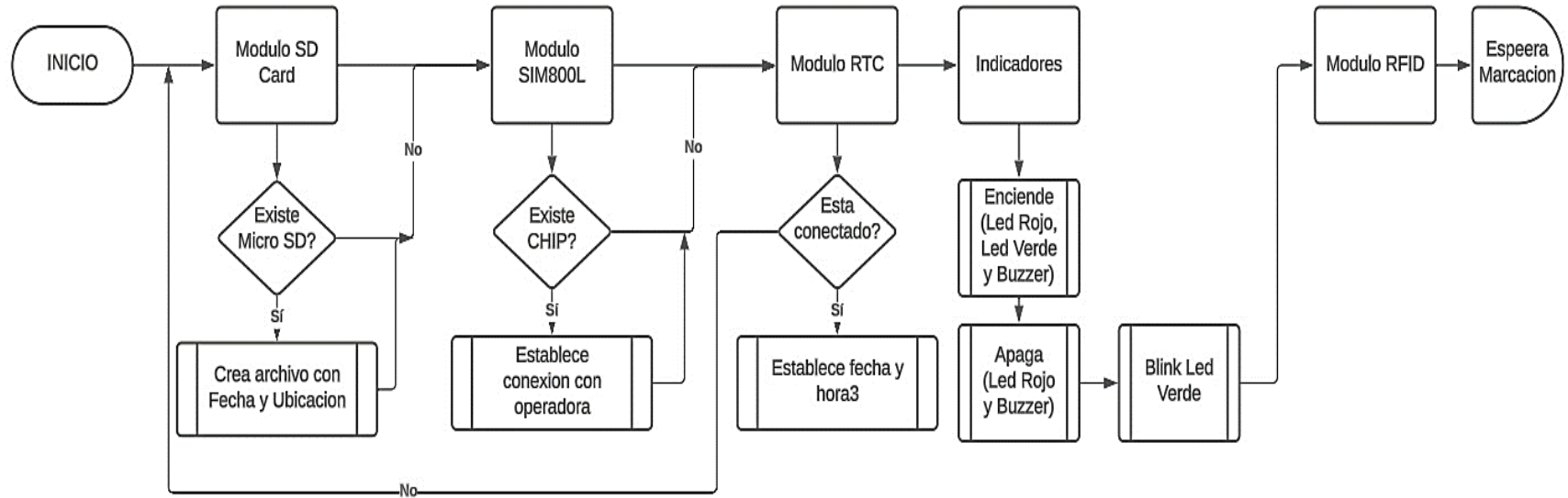
Nota: A la izquierda, un reloj mecánico acondicionado para el control de rutas. A la derecha, una tarjeta de control diseñada para registrar la marcación con el reloj mecánico.

4.4. PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DEL RELOJ MARCADOR

Para el funcionamiento del reloj marcador se sigue un proceso secuencial al realizar tareas específicas, como verificar memoria, sincronizar fecha y hora, establecer conexiones de red y procesar tarjetas RFID. Cada módulo funciona según las condiciones establecidas, asegurando el funcionamiento adecuado del sistema.

Figura 20

Diagrama de flujo de configuración del módulo del reloj marcador



Nota: Se muestra el proceso de configuración y operaciones del módulo reloj marcador, incluyendo verificaciones de memoria, conexión de módulos y señales de estado.



4.4.1. Descripción del diagrama de flujo del módulo reloj marcador

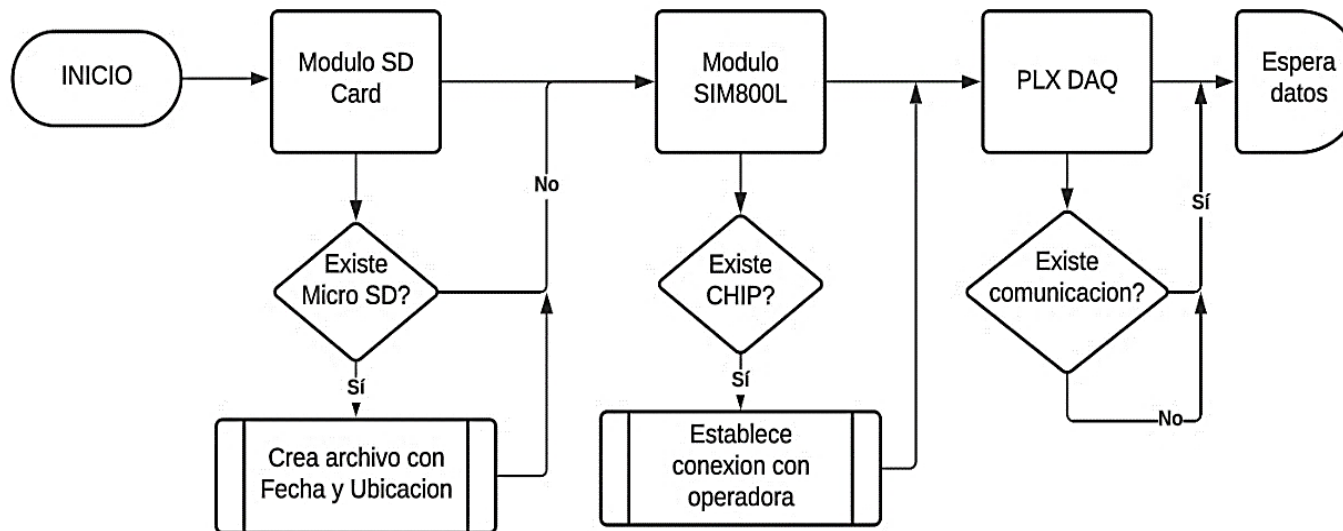
1. Inicio del módulo reloj
2. MicroSD Card, si hay memoria SD, crea un archivo con la fecha del día y nombre de la ubicación del reloj en formato CSV. Si no hay memoria SD, no crea los archivos y continua con el proceso.
3. Módulo SIM 800I, si esta con el chip de una operadora específico (movistar), espera que se establezca la señal para hacer la transmisión de datos. si no hay simplemente continua el proceso.
4. Módulo RTC (reloj), si está conectado establece la hora y la fecha actualizada para que pueda ser vinculado al Módulo microSD en la creación del nombre del archivo de igual manera para el módulo RFID. Si no hay conexión el módulo se queda en StandBy, este módulo es uno de los más importante para este proceso.
5. Led Rojo, Verde, Buzzer, on 1100 ms (señal de inicio)
6. Led Rojo, Buzzer, off
7. Verde, Blink cada 80 ms (señal de espera a la marcación)
8. Módulo RFID, si está conectado, espera que haya presencia o marcación ordenada de cada una de las tarjetas RFID específicas y destinadas a cada uno de los usuarios (unidades Vehiculares).

4.5. PROCESO DE FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO CENTRALITA

Para el funcionamiento del módulo centralita se sigue un proceso secuencial que incluye la conexión de la microSD, el módulo SIM800L y la comunicación con el PLX DAQ. Este transfiere los datos en tiempo real a una hoja de Excel. Así, se garantiza un flujo de datos constante y un análisis eficiente del sistema.

Figura 21

Diagrama de flujo de la configuración del módulo centralita



Nota: Se muestra el proceso de configuración y operaciones del módulo centralita, incluyendo y verificando la conexión entre módulos.



4.5.1. Descripción del diagrama de flujo módulo centralita

1. Inicio del módulo receptor centralita
2. MicroSD Card, si hay memoria SD, crea un archivo con la fecha del día y nombre de la centralita en formato CSV. Si no hay memoria SD, no crea los archivos y continua con el proceso.
3. Módulo SIM 800I, si esta con el chip de una operadora especifico (movistar), espera que se establezca la señal para hacer la recepción de datos.
4. Inicio de la Interfaz PLX-DAQ para EXEL, a través de una computadora se inicia la comunicación serial mediante puerto COM con el módulo receptor centralita. Si hay conexión se borran las celdas de EXEL para dar inicio al registro de los nuevos datos enviados de los módulos de reloj marcador.

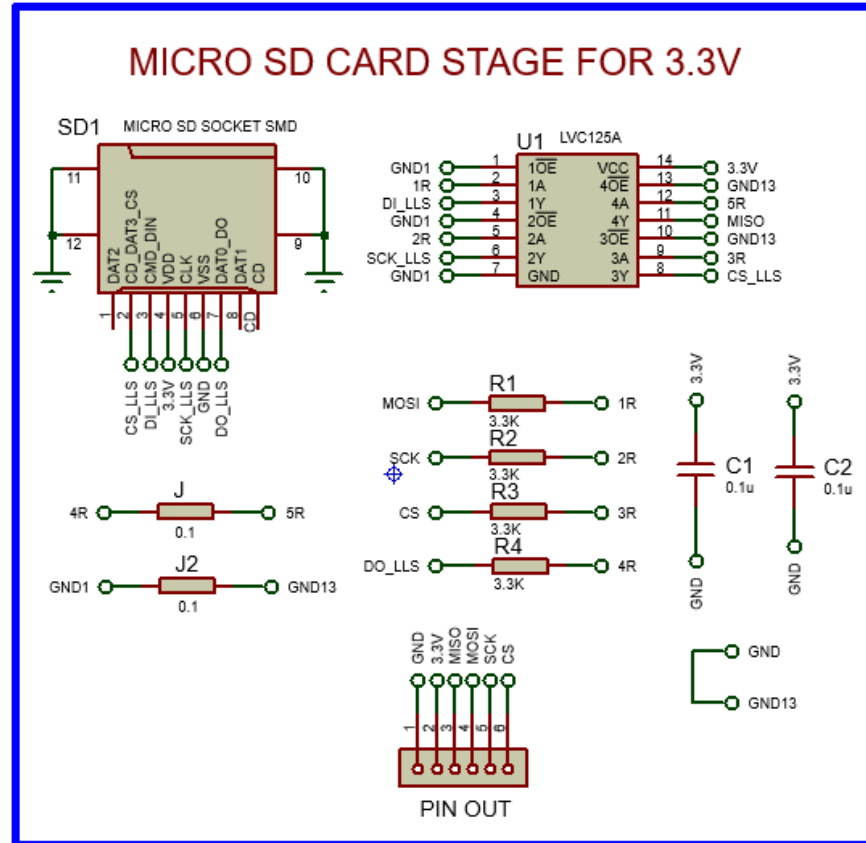
4.6. CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE GUARDADO DE MICRO SD CARD

El módulo SD Card fue seleccionado para poder guardar toda la información necesaria, lo cual cumplen las siguientes características:

- Voltaje de Operación: 3.3V
- Interfaz: SPI
- Cuenta con todos los pines SPI de la tarjeta SD: MOSI, MISO, SCK, CS
- Chip conversor lógico: MC74VHCT125A
- Dimensiones: 42*24 mm

Figura 22

Diagrama Electrónico del lector micro SD



Nota: Arreglo del circuito para su funcionamiento a 3.3V, eliminando el regulador y realizando la conexión directa a la línea de VCC.

Figura 23

Modulo lector micro SD modificado para 3.3V



Nota: El círculo rojo indica la modificación de la conexión directa a la línea de VCC.

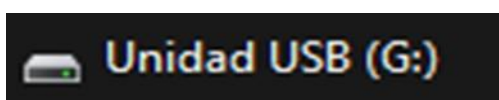
4.7. PREPARACIÓN DEL SD

Para que la tarjeta sea reconocida por el lector es necesario formatearla en el formato FAT32 para ello es necesario ejecutar los siguientes pasos:

1. Insertar la SD para que sea reconocido por la PC

Figura 24

Icono de reconocimiento de la tarjeta Micro SD por la PC



Nota: Designación automática de la unidad G por la PC.

2. Ejecutar el software SD CARD Formatter

Figura 25

Icono del programa SD CARD Formatter

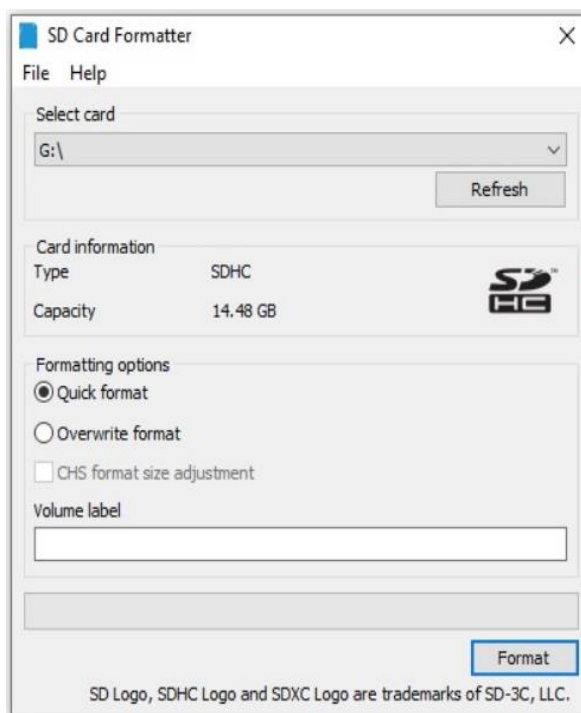


Nota: La versión del programa es SD Card Formatter 5.0.2.

3. Seleccionar la unidad a formatear y click en format

Figura 26

Ventana de inicio del SD Card Formatter 5.0.2



Nota: Asegurar que se encuentre sin archivos la SD antes de formatear.

Figura 27

Tarjeta Micro SD card para el uso en los relojes marcadores y módulo de la centralita



Nota: Obtenido de la página web: <https://www.hiwonder.com/>.

Figura 28

Código para el lector SD CARD

```
#include<TimeLib.h>
#include <SPI.h>      // incluye libreria para el manejo de la comunicacion SPI
#include "FS.h"
#include "SD.h"
#define CS_SD 33
#define RedLed 14
#define GreenLed 12
#define Buzzer 13
String LugReloj="CantoRey";//Ubicacion del Módulo Reloj
String Archivo="";//Nombre de Archivo Creado
int item;
String Usuario1 = "U-Veh-01";

boolean estadoLedVerde = false;
unsigned long tiempo_Ant_On = 0;
unsigned long tiempo_Ant_Off = 0;

File myFile;
// Initialize SD card
void initSDCard(){
  if (!SD.begin(CS_SD)) {
    Serial.println("No hay Tarjeta SD");
    return;
  }
}
```

Nota: Código para la prueba del reconocimiento de la micro SD.

Figura 29*Creación del archivo CSV*

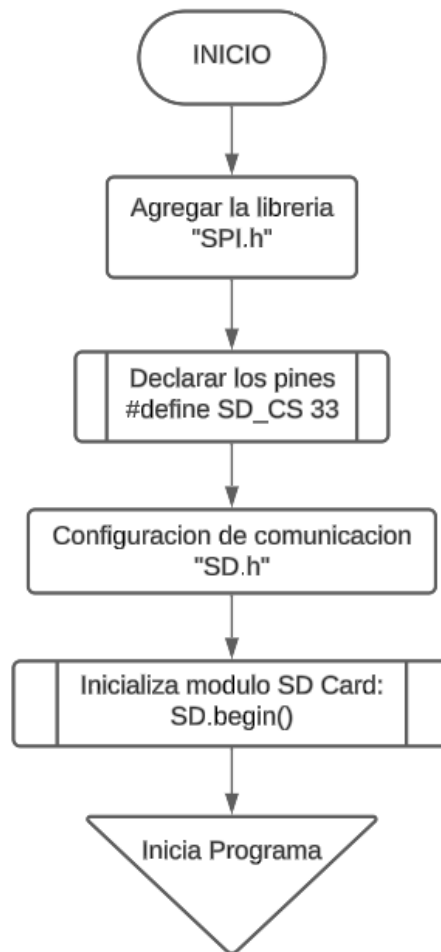
```
COM8  
El archivo no existe  
Creando Archivo...  
Escribiendo Archivo: /07-08-2021.csv  
Archivo Escrito
```

Nota: La imagen muestra el funcionamiento correcto del código de prueba.

4.8. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CONFIGURACIÓN DEL LECTOR**MICRO SD**

Para la configuración se debe seguir los siguientes pasos:

1. Declarar los pines a utilizar CS, DC y RST para el módulo ESP32 Dev kit v1.0
2. Configura el lector denominada SD
3. Inicializa el módulo SD Card mediante el comando "SD.begin()"

Figura 30*Diagrama de flujo del lector de SD CARD*

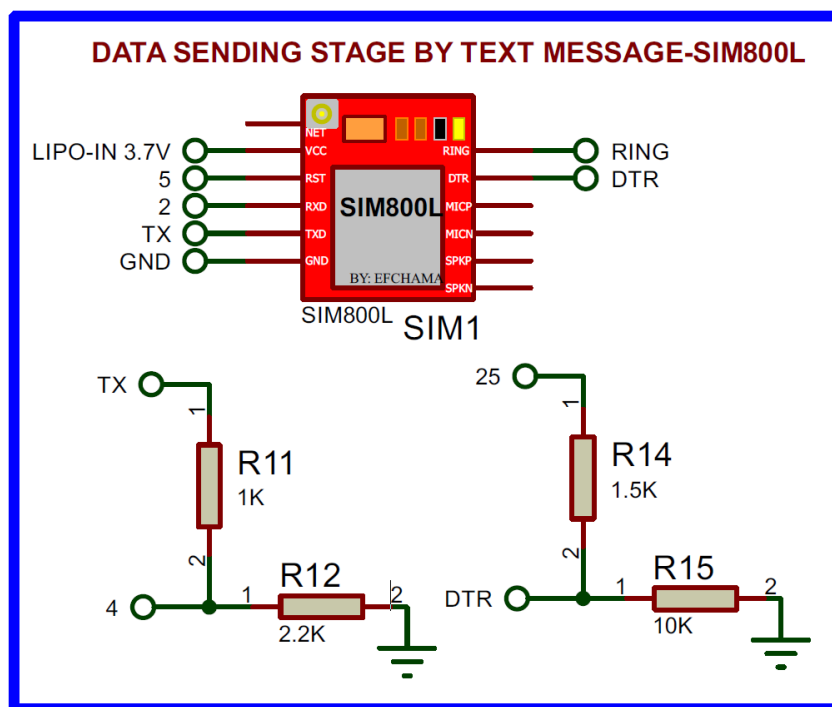
Nota: En la configuración se incluye las librerías adecuadas y se establece la comunicación SPI.

4.9. CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE ENVÍO DE SMS POR SIM800L

La configuración del circuito está diseñado para alimentarse con una batería LiPo de 3.7V y utiliza resistencias (1 k Ω , 2.2 k Ω , 1.5 k Ω , y 10 k Ω) para ajustar las señales en los pines de transmisión de datos (TX) y control (DTR). El diseño es compacto y está optimizado para comunicaciones GSM/GPRS.

Figura 31

Diagrama Electrónico de conexión del módulo SIM800L



Nota: Diseño de un divisor de tensión para transmisión de datos del módulo SIM800L.

Figura 32

Implementación del circuito electrónico con el módulo SIM800L



Nota: A la izquierda, el módulo SIM800L con su antena. A la derecha, un arreglo de resistencias para nivel lógico.

4.10. PROGRAMA DEL SIM800L

Para el programa es necesario configurar:

1. Definir los pines
 - a. `#define SIM800L_RX 2`
 - b. `#define SIM800L_TX 4`
 - c. `#define SIM800L_PWRKEY 34`
 - d. `#define SIM800L_RST 5`
 - e. `#define SIM800L_POWER 35`
2. Configurar la comunicación serial a 115200 baudios/segundo
 - a. `HardwareSerial *sim800lSerial = &Serial1;`
 - b. `Adafruit_FONA sim800l = Adafruit_FONA(SIM800L_PWRKEY);`

Figura 33

Código para el SIM800L

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <MFRC522.h>
#include <RTClib.h>
#include <Adafruit_FONA.h>

// Definiciones de pines
#define SIM800L_RX 2
#define SIM800L_TX 4
#define SIM800L_PWRKEY 34
#define SIM800L_RST 5
#define SIM800L_POWER 35
#define CS_SD 33
#define CS_RFID 15
#define RST_RFID 32
#define RedLed 14
#define GreenLed 12
#define Buzzer 13

// Definiciones de constantes
const byte NUM_USERS = 6;
const byte userUIDs[NUM_USERS][4] = {
  {0x24, 0x89, 0x01, 0x17},
  {0x4C, 0x39, 0x84, 0x0E},
  {0xB9, 0x48, 0x3E, 0x98},
  {0x89, 0xE9, 0x3E, 0x98},
  {0x5B, 0x71, 0x09, 0x1F},
  {0xC9, 0x91, 0xFB, 0x97}
};
const long phoneNumbers[NUM_USERS] = {926xxxxxx, 951xxxxxx, 953xxxxxx, 951xxxxxx, 951xxxxxx, 951xxxxxx};
const String Prefix = "+51";
const String Location = "Metropolitano";
const int buzzerFreq = 2000;
const int ledChannel = 0;
const int ledResolution = 32;
const int toneFreqs[] = {1567, 1975, 2093, 4186};
const unsigned long ledOnTime = 3000;
const unsigned long ledOffTime = 80;
```

Nota: El código configura un módulo GSM SIM800L para enviar SMS, define pines, números de teléfono, y maneja tiempos y estados.

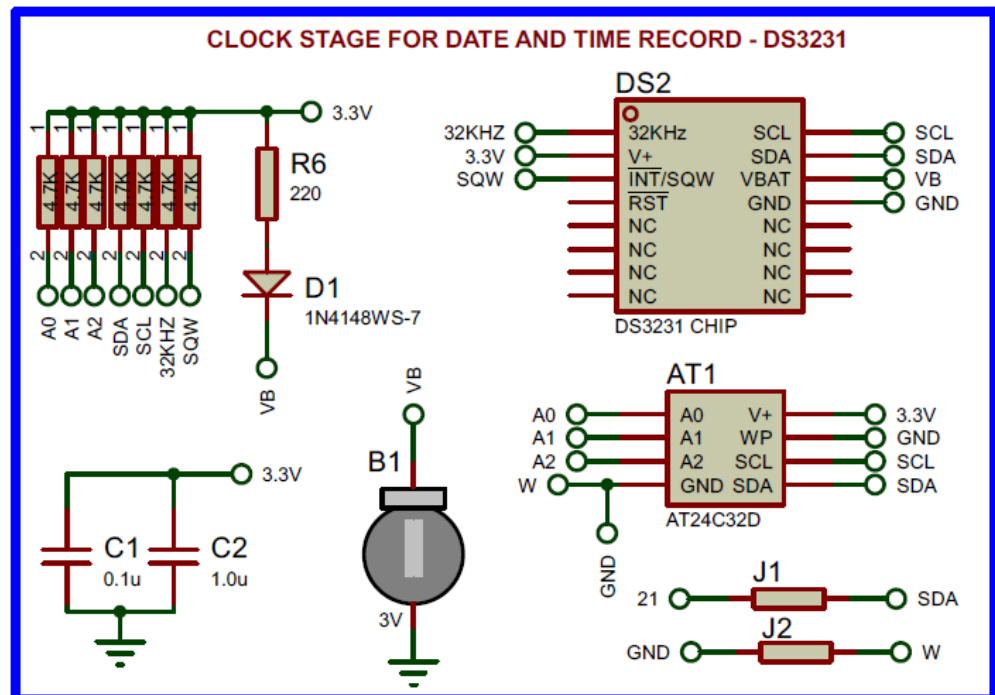
4.11. CONFIGURACIÓN DE LA ETAPA DE FECHA Y HORA – DS3231

Se eligió diseñar un circuito montado en PCB en lugar de utilizar el módulo DS3231 tradicional para reducir el tamaño del circuito y mejorar la fiabilidad en la comunicación entre los módulos. El DS3231 es un reloj en tiempo real (RTC) preciso y confiable, que proporciona información exacta sobre la fecha y la hora (día, mes, año, hora, minuto y segundo). Sus características principales incluyen:

- Voltaje de Operación: 3.3V-5V
- Interfaz: I2C
- Cuenta con todos los pines: SDA, SCL, 32K y SQW
- Chip conversor lógico: DS3231

Figura 34

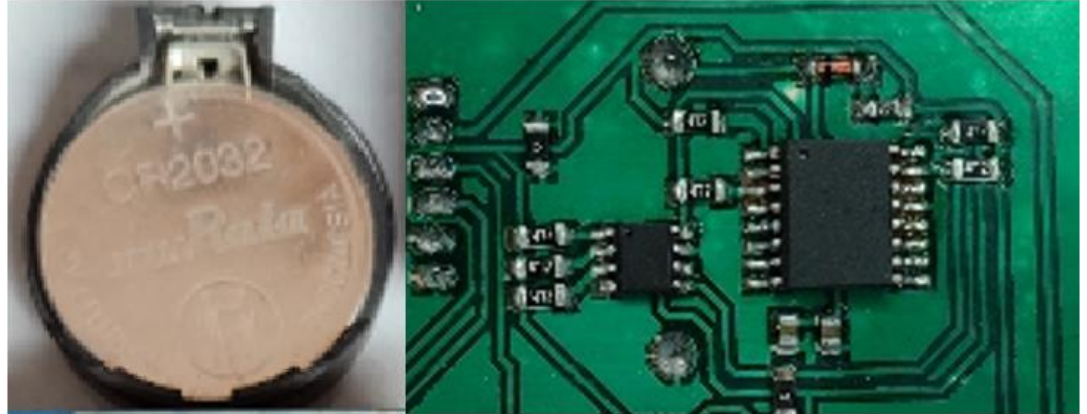
Diagrama Electrónico del circuito Clock Stage - DS3231



Nota: Se modifico el diseño de un módulo DS3132 con la finalidad de reducir el hardware de la PCB.

Figura 35

Implementación del circuito electrónico del Clock Stage - DS3231 en la PCB



Nota: A la izquierda, batería de 3V para la memoria eeprom. A la derecha, circuito implementado con los componentes necesarios.

4.12. Programa del Clock Stage – DS3231

Para el programa es necesario configurar:

1. Incluir la librería "RTCLib.h"
2. Configurar la comunicación serial a 115200 baudios/segundo
3. Inicializar el módulo RTC con la siguiente función
 - `rtc.begin();`

Figura 36

Programa de configuración, sincronización de fecha y hora del módulo DS3231

```
//Código de prueba para configuración de hora y fecha, con ESP32 y módulo RTCDS3231
#include <RTClib.h>
RTC_DS3231 rtc;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  rtc.begin();
  // following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
  rtc.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__)); // funcion que permite establecer fecha y horario
  //rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
  // This line sets the RTC with an explicit date & time, for example to set
  // January 21, 2014 at 3am you would call:
  rtc.adjust(DateTime(2024, 11, 17, 23, 54, 00));
}

void loop() {
  DateTime fecha = rtc.now();
  Serial.print(fecha.day());      // funcion que obtiene el dia de la fecha completa
  Serial.print("/");            // caracter barra como separador
  Serial.print(fecha.month());   // funcion que obtiene el mes de la fecha completa
  Serial.print("/");            // caracter barra como separador
  Serial.print(fecha.year());    // funcion que obtiene el año de la fecha completa
  Serial.print(" ");            // caracter espacio en blanco como separador
  Serial.print(fecha.hour());    // funcion que obtiene la hora de la fecha completa
  Serial.print(":");            // caracter dos puntos como separador
  Serial.print(fecha.minute());  // funcion que obtiene los minutos de la fecha completa
  Serial.print(":");            // caracter dos puntos como separador
  Serial.println(fecha.second()); // funcion que obtiene los segundos de la fecha completa
  delay(1000);
}
```

Nota: El programa tiene la finalidad de sincronizar la hora y fecha para realizar las pruebas correspondientes.

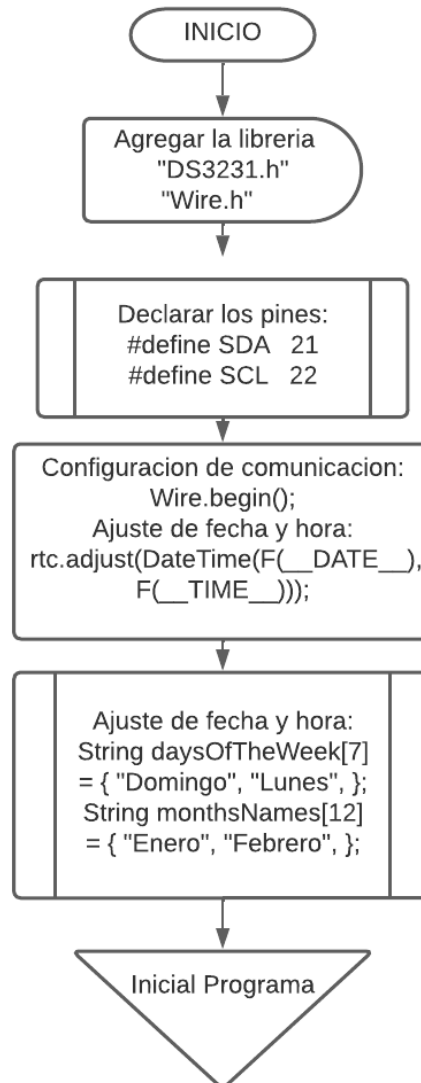
4.12.1. Configuración Clock Stage DS3231

Para la configuración se debe seguir los siguientes pasos:

1. Inicializar el objeto RTC
2. Configurar los pines de comunicación I2C
3. Inicializar la comunicación I2C
4. Ajustar la fecha y hora desde la PC hacia el chip DS3231

Figura 37

Diagrama de flujo del Clock Stage DS3231



Nota: Se describe la configuración para establecer la comunicación I2C, además de la sincronización de la hora y fecha.

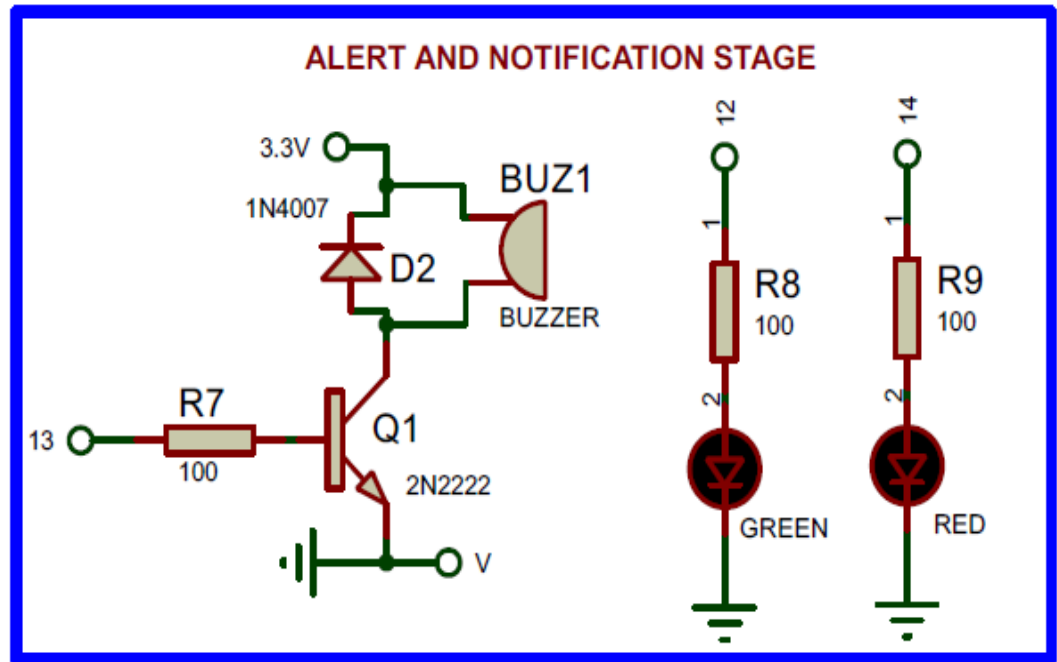
4.13. CONFIGURACIÓN PARA LA ETAPA DE ALERTA Y NOTIFICACIONES

Para notificar la lectura del tag RFID y la transmisión de datos se optó por realizar dos tipos de indicadores, uno visual por medio de Leds y otro sonoro por medio de un Buzzer, los cuales serán controlados directamente por el controlador Esp32, el cual tiene las siguientes características:

- Voltaje de Operación: 3.3V
- Cuenta con todos los pines: Pin 13 (Activación de Buzzer) y el Pin 12 y 14 (Activación Leds verde y rojo).

Figura 38

Diagrama Electrónico de la etapa de alerta y notificación



Nota: Etapa de alerta y notificación, se utilizó dos tipos de indicadores: uno visual (LEDs) y otro sonoro (Buzzer), el cual se encarga de notificar el encendido del módulo, lectura del tag RFID y la transmisión de datos.

Figura 39

Implementación del circuito electrónico de la etapa de alerta y notificación



Nota: A la izquierda, Buzzer de alerta de inicio y marcación. A la derecha, leds indicadores de inicio, marcación y transmisión de datos.

4.13.1. Programa de la etapa de alerta y notificación

Para implementar el programa de la etapa de alerta y notificación, es fundamental configurar los pines de salida utilizados en el sistema. Estos pines se utilizan para activar las señales de alerta visuales y auditivas, proporcionando notificaciones efectivas al usuario y están definidos de la siguiente manera:

1. Declaración de pines de salida
 - a. `#define RedLed 14 // Pin asignado al LED rojo.`
 - b. `#define GreenLed 12 // Pin asignado al LED verde.`
 - c. `#define Buzzer 13 // Pin asignado al zumbador.`

Figura 40

Programa de configuración para la etapa de notificaciones

```
#define RedLed 14
#define GreenLed 12
#define Buzzer 13
pinMode(RedLed, OUTPUT);
pinMode(GreenLed, OUTPUT);
pinMode(Buzzer, OUTPUT);
```

Nota: El código muestra la configuración y declaración de pines correspondientes.

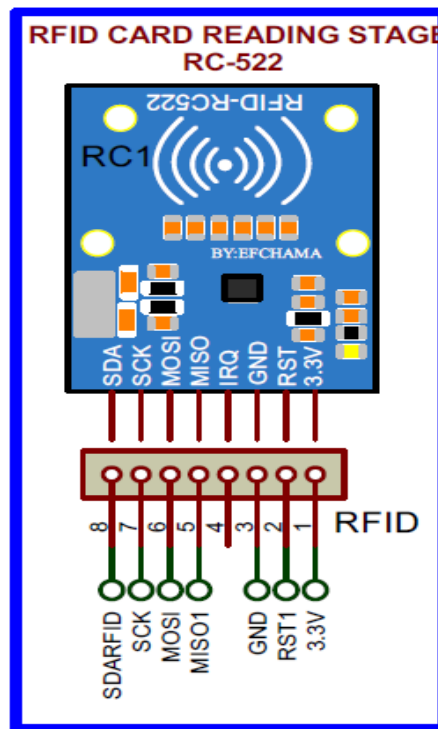
4.14. Configuración de la etapa de lectura de TAGs

Para la lectura de tags RFID, se ha optado por utilizar el módulo RC522 se debe seguir los siguientes pasos:

1. Configura los pines necesarios, MISO, MOSI, SDA, SCK y RST
2. Inicializar el objeto MFRC522
3. Configurar la comunicación SPI
4. Inicializar el módulo mrfc522

Figura 41

Diagrama Electrónico de la etapa del lector de tarjetas RFID



Nota: Diseño en el software Proteus para el desarrollo de la PCB.

Figura 42

Implementación del circuito electrónico de la etapa del lector de tarjetas RFID



Nota: En el lector RFID se optó por anular el led de power para reducir el consumo de energía.

4.14.1. Programa de la etapa de prueba del lector RFID

Para el programa es necesario configurar:

1. Incluir las librerías:
 - a. `#include <SPI.h>`
 - b. `#include <MFRC522.h>`
2. Definir los pines de comunicación
 - a. `#define CS_RFID 15`
 - b. `#define RST_RFID 22`
3. Inicializar el módulo RC522
 - a. `MFRC522 rfid(CS_RFID, RST_RFID);`
4. Configurar la comunicación serial a 115200 baudios/segundo

Figura 43

Programa para la etapa del lector de tarjetas RFID y configuración de pines

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

// Pines para la comunicación SPI
#define CS_RFID 15
#define RST_RFID 22

MFRC522 rfid(CS_RFID, RST_RFID); // Creamos el objeto y/o la instancia a la clase MFRC522.

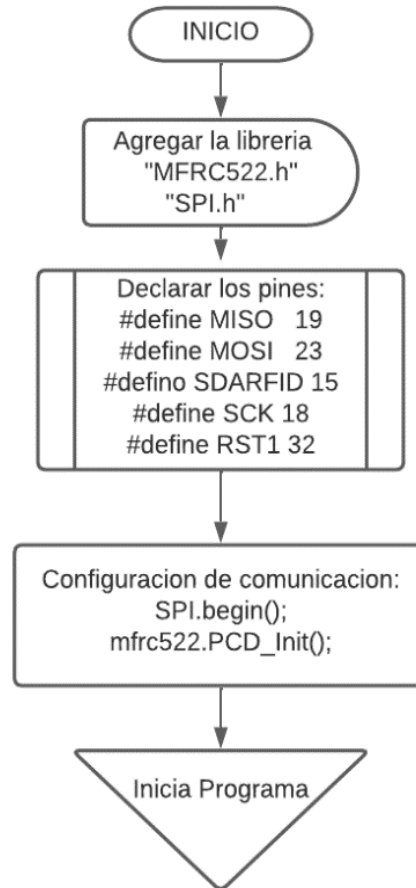
void setup() {

  Serial.begin(115200); // Iniciamos la comunicación serial
  SPI.begin();         // Iniciamos el Bus SPI
  rfid.PCD_Init();     // Iniciamos el MFRC522
  Serial.println("Inicio de Lectura del UID de TAGs");
}
```

Nota: Se muestra parte del código para la lectura de las tarjetas RFID.

Figura 44

Diagrama de flujo de configuración de pines y lectura de la tarjeta RFID



Nota: Se muestra la comunicación SPI con el ESP32 para las pruebas de lectura de diversos TAG RFID.

4.15. Configuración de la etapa de potencia ON/OFF de la batería Li-Ion

18650

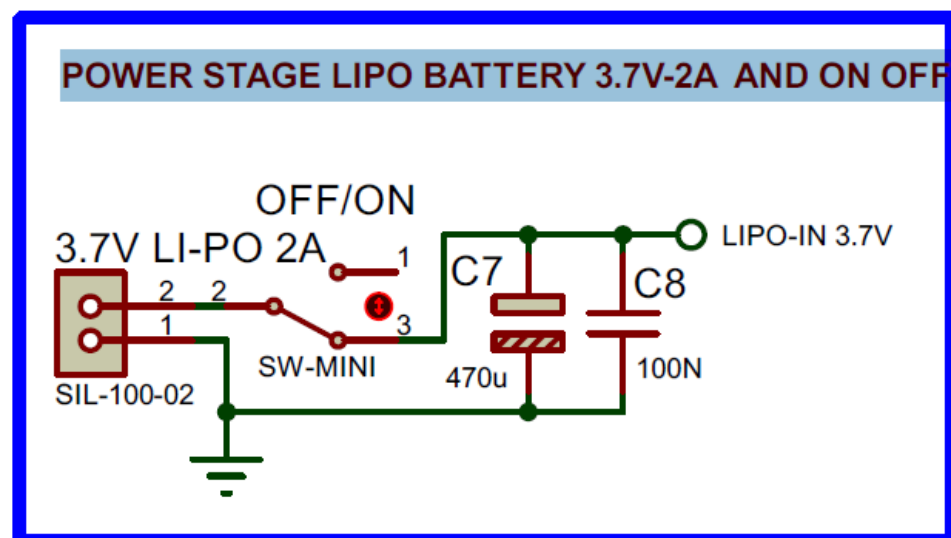
Para proporcionar la potencia eléctrica necesaria, se ha seleccionado una batería Li-Ion 18650 con las siguientes especificaciones: 3.7V y 1800mAh. En la configuración actual, se utilizan dos baterías Li-Ion 18650 conectadas en paralelo para aumentar la capacidad total a 3600mAh, manteniendo el voltaje en 3.7V.

Consideraciones clave para la configuración:

- Capacidad de la batería: 1800mAh por batería, con un total de 3600mAh al utilizar dos baterías en paralelo.
- Voltaje nominal: 3.7V, adecuado para alimentar el circuito y los componentes del sistema.
- Configuración en paralelo: Aumenta la duración de la batería sin modificar el voltaje, proporcionando una mayor autonomía para el dispositivo.
- La correcta gestión de la etapa de potencia ON/OFF es esencial para garantizar un suministro de energía confiable y prolongar la vida útil de la batería, además de optimizar el rendimiento general del sistema.

Figura 45

Circuito ON/OFF para el módulo reloj marcador y centralita



Nota: 3.7V LI-PO 2A es el conector molex para el banco de baterías, mientras que Lipo-IN 3.7V indica la entrada de alimentación para todo el circuito.

Figura 46

Implementación del circuito electrónico de la etapa de potencia ON/OFF y la batería LiPo 18650



Nota: A la izquierda, conector Molex de la batería LiPo 18650 y switch de encendido/apagado del módulo reloj marcador. A la derecha, baterías LiPo 18650 de 3.7V conectadas en paralelo.

4.16. Configuración de la etapa de elevación de voltaje de 3.7V a 6V

Dado que el voltaje proporcionado por la batería Li-Ion 18650 es de 3.7V, y este voltaje no es suficiente para alimentar adecuadamente algunos de los módulos del sistema, es necesario elevarlo a 6V para garantizar el funcionamiento óptimo de las etapas de control, como el ESP32.

4.16.1. Detalles clave para la configuración

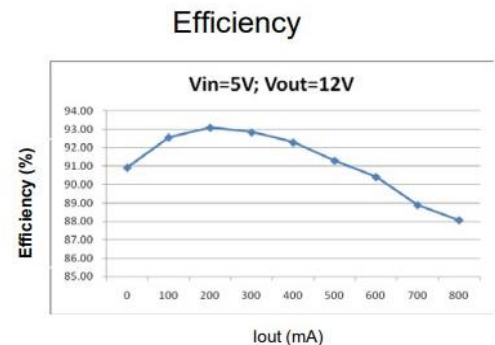
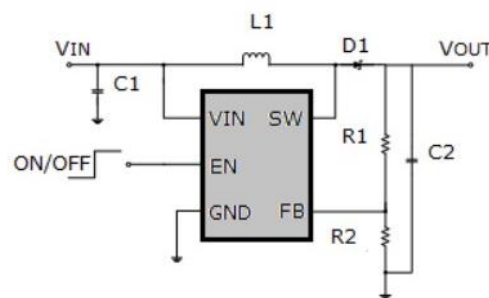
- **Requerimiento de voltaje:** La etapa de control "ESP32" y otros módulos requieren un voltaje de 6V para operar correctamente.
- **Elevación de voltaje:** Se utiliza un convertidor DC-DC (step-up) para incrementar el voltaje de 3.7V a 6V.
- **Conversión eficiente:** El convertidor debe ser eficiente para minimizar la pérdida de energía y mantener una duración de batería adecuada.

La correcta configuración de esta etapa es crucial para asegurar que todos los componentes del sistema reciban el voltaje necesario para su funcionamiento, sin comprometer la autonomía de la batería.

Figura 47

Elevador de voltaje MT3608

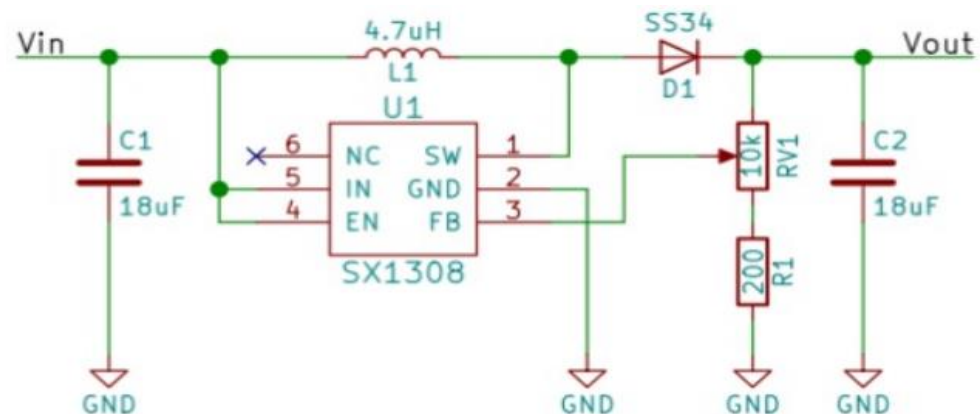
TYPICAL APPLICATION



Nota: A la izquierda se muestra circuito básico para elevar el voltaje. A la derecha, se muestra la curva de eficiencia de la salida de corriente obtenido de <https://www.alldatasheet.com/html-pdf/1131968/ETC1/MT3608/110/1/MT3608.html>.

Figura 48

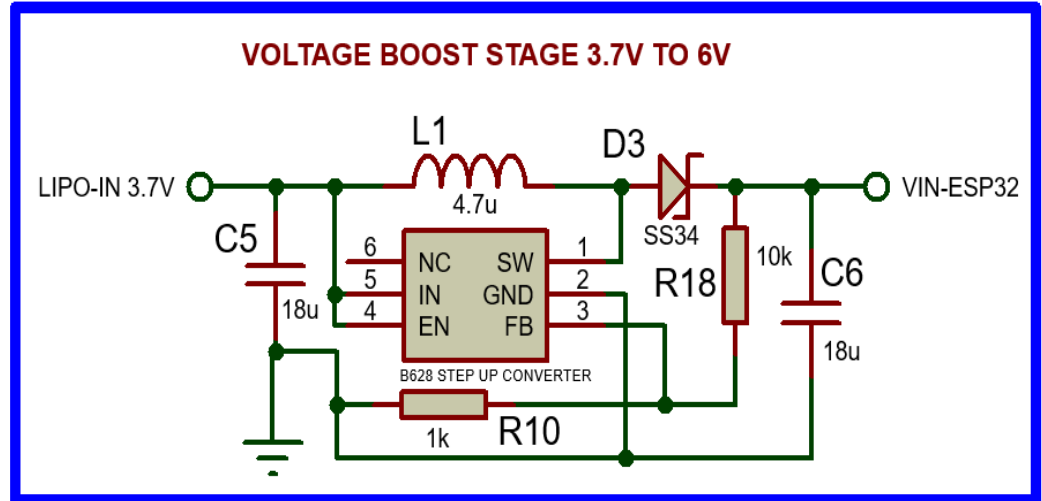
Elevador de Voltaje Boost Step Up 6W 2A de salida regulable



Nota: Obtenido de <https://uelectronics.com/wp-content/uploads/2017/06/AR0089-SX1308-Elevador-de-Voltaje-Datasheet.pdf>.

Figura 49

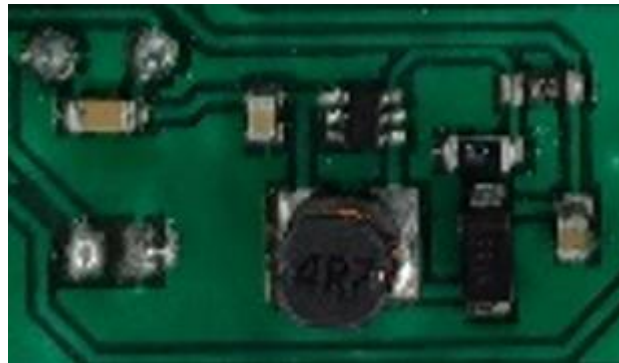
Diagrama modificado del circuito electrónico de la etapa de elevación de voltaje de 3.7V a 6V



Nota: El circuito se diseñó de acuerdo al datasheet que se muestra en la figura 43.

Figura 50

Implementación de la etapa de elevación de voltaje de 3.7V a 6V



Nota: Circuito implementado con los componentes requeridos.

Fórmula para la configuración del voltaje de salida relacionado al circuito que se muestra en la (Figura 47).

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) \quad (1)$$

Donde:

Vref de acuerdo con el datasheet, el voltaje de referencia (Vref) es de 0.6V. Para obtener una salida de aproximadamente 7V, se

seleccionaron resistencias comerciales en una proporción cercana a 10:1, acorde a los cálculos realizados. Tras diversas pruebas, se determinó que los valores óptimos para alcanzar una salida cercana a los 7V son: $R1 = 10 \text{ k}\Omega$, $R2 = 1 \text{ k}\Omega$.

Cálculos con la formula (1)

$$V_{out} = 0.6x \left(1 + \frac{10K}{1K} \right)$$

$$V_{out} = 6.6V$$

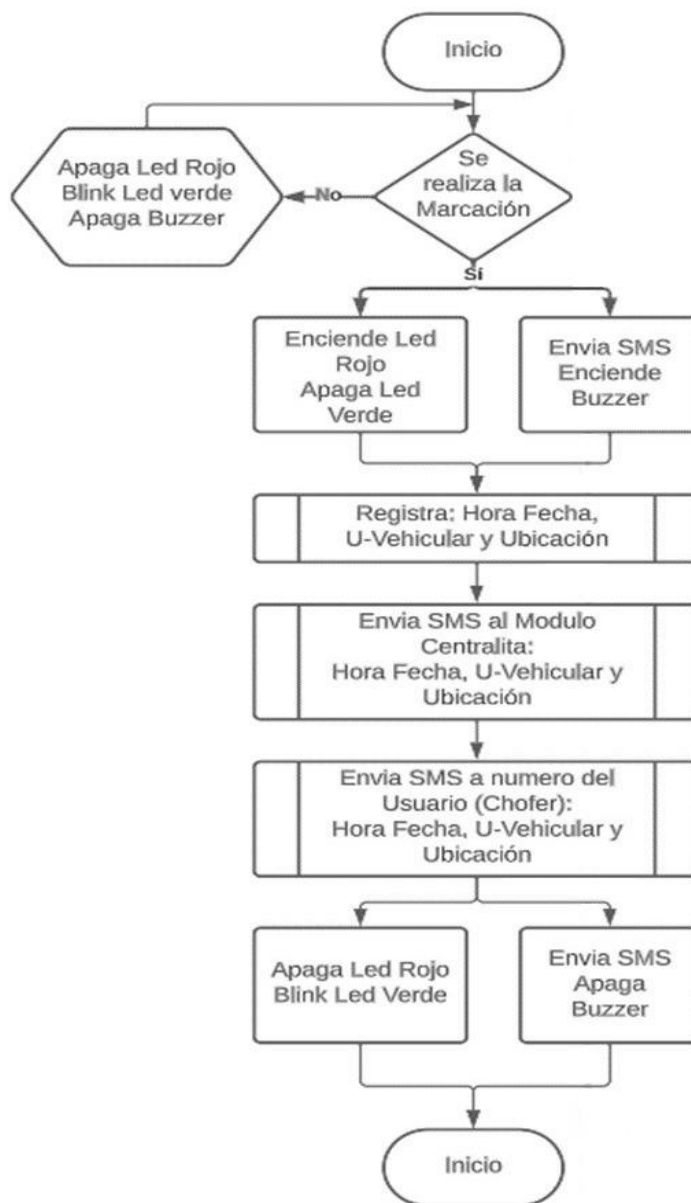
Estos valores permiten mantener una relación adecuada entre las resistencias, garantizando un rendimiento estable y una salida ajustada al objetivo.

4.17. Funcionamiento del módulo reloj de marcación

El funcionamiento del sistema combina señales visuales (LEDs), sonoras (Buzzer) y mensajes de texto (SMS) para indicar y registrar la marcación. También comunica los datos relevantes tanto al centro de control (módulo centralita) como al usuario/chofer. Esto asegura que cada marcación quede registrada con detalles como, hora, fecha, U-vehicular y Ubicación del reloj para llevar el registro adecuado.

Figura 51

Diagrama de flujo del funcionamiento del módulo reloj marcador



Nota: El diagrama de flujo engloba procesos complejos que realizan los relojes marcadores.

Figura 52

Reloj marcador con uno de los TAGs



Nota: Proceso de marcación del TAG de la unidad vehicular 05 para su registro en la centralita, el celular de la misma unidad vehicular y en el mismo reloj.

4.17.1. Proceso de funcionamiento del módulo reloj de marcación en 3 pasos

1.- Primer paso:

a. Encendido del módulo:

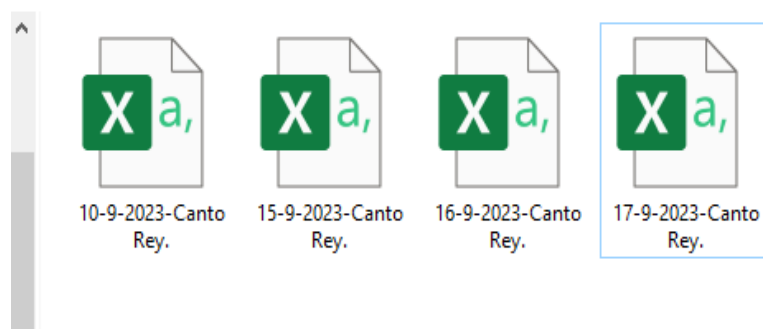
El proceso comienza cuando se activa el interruptor ON/OFF. Al encender el módulo de reloj, se activan los componentes principales.

b. Indicadores y tono de inicio:

Al encenderse el módulo, tanto el LED rojo como el LED verde se iluminan simultáneamente durante 1.2 segundos. Durante este intervalo, el Buzzer emite un tono que señala que el sistema ha iniciado correctamente. Además, se genera un archivo CSV con el nombre de la fecha actual (Figura 53), mientras el módulo SIM800L busca la red de la tarjeta SIM utilizada.

Figura 53

Archivos CSV creados en la Micro SD Card del módulo marcador



Nota: Los archivos se generan cada vez que se enciende el módulo con la fecha actual.

c. Apagado de indicadores:

Transcurrido un periodo de 1.2 segundos, los tres indicadores (LED rojo, LED verde y Buzzer) se apagan, lo que señala que el proceso de inicio ha concluido correctamente. En este punto, el módulo está listo para operar y permanece en espera de la lectura de los TAGS.

2.- Segundo paso:

El módulo reloj permanece en espera de la lectura de los TAGS, lo cual se indica mediante un parpadeo del LED verde cada 80 milisegundos. Mientras tanto, el LED rojo y el Buzzer permanecen apagados. Además, durante este tiempo, el módulo SIM800L se enlaza con la red de la tarjeta SIM, y su LED indicador parpadea cada segundo para señalar que está conectado a la red.

3.- Tercer paso:

Al realizar el marcado de la tarjeta RFID de la unidad vehicular correspondiente en su tiempo establecido, el Buzzer emite un tono durante 160 ms, indicando que se ha leído el TAG, a su vez el LED rojo se mantiene encendido durante 12 segundos, tiempo en el cual se registra la tarjeta RFID con los datos correspondientes, como se muestra en la (Figura 54). Además, a través del módulo SIM800L, estos datos se envían por SMS a dos números telefónicos: uno a un teléfono asignado a cada unidad vehicular (Figura 55) y otro al

número de la centralita (Figura 56). Al finalizar el proceso, el LED rojo se apaga, regresando al Segundo paso.

Figura 54

Datos anexados en el archivo CSV de cada reloj.

```
23-5-2024-CantoRey.: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Item, Hora, Fecha, U-Vehi, Ubi-Reloj
1, 16:55:13, 23/5/2024, U-Veh-01, CantoRey.
1, 17:0:14, 23/5/2024, U-Veh-02, CantoRey.
1, 17:5:2, 23/5/2024, U-Veh-03, CantoRey.
1, 17:10:20, 23/5/2024, U-Veh-04, CantoRey.
1, 17:16:22, 23/5/2024, U-Veh-05, CantoRey.
1, 17:21:14, 23/5/2024, U-Veh-06, CantoRey.
2, 17:55:16, 23/5/2024, U-Veh-01, CantoRey.
2, 18:0:12, 23/5/2024, U-Veh-02, CantoRey.
2, 18:4:59, 23/5/2024, U-Veh-03, CantoRey.
2, 18:10:26, 23/5/2024, U-Veh-04, CantoRey.
2, 18:15:41, 23/5/2024, U-Veh-05, CantoRey.
2, 18:21:22, 23/5/2024, U-Veh-06, CantoRey.
3, 18:59:56, 23/5/2024, U-Veh-01, CantoRey.
3, 19:5:3, 23/5/2024, U-Veh-02, CantoRey.
3, 19:9:57, 23/5/2024, U-Veh-03, CantoRey.
3, 19:15:12, 23/5/2024, U-Veh-04, CantoRey.
3, 19:20:27, 23/5/2024, U-Veh-05, CantoRey.
3, 19:25:42, 23/5/2024, U-Veh-06, CantoRey.
4, 20:1:56, 23/05/2024, U-Veh-01, CantoRey.
4, 20:5:3, 23/05/2024, U-Veh-02, CantoRey.
4, 20:10:10, 23/05/2024, U-Veh-03, CantoRey.
4, 20:15:17, 23/05/2024, U-Veh-04, CantoRey.
4, 20:20:24, 23/05/2024, U-Veh-05, CantoRey.
4, 20:25:31, 23/05/2024, U-Veh-06, CantoRey.
```

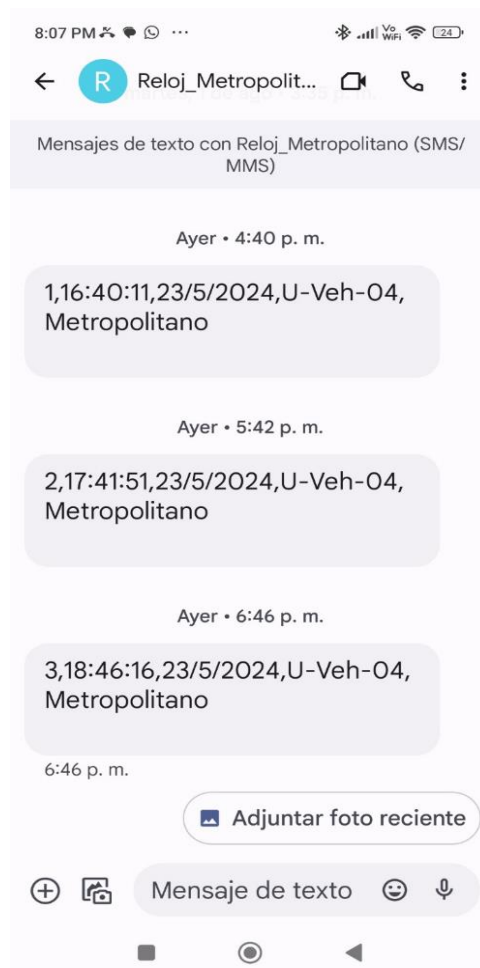
Nota: Los datos se generan cada vez que se realiza la marcación de los distintos TAGs de cada unidad vehicular.

En la (Figura 54) se presenta un archivo que contiene los siguientes encabezados, los cuales se detallan a continuación.

- **Ítem.** - es el registro de la cantidad de veces que se hace la marcación, por día son seis veces para todas las unidades
- **Hora.** - es el registro de la hora, minuto y segundo que registra el módulo RTC, y es el momento preciso en que se hizo la marcación,
- **Fecha.** - es el registro del día, mes y año que registra el módulo RTC, y es el momento preciso en que se hizo la marcación,
- **U-Vehi.** - es el registro de la unidad vehicular o número del vehículo al que se le asigna la tarjeta RFID, y que hizo su marcación correspondiente,
- **Ubi-Reloj.** - es el registro del nombre que se le asignó al reloj marcador y el lugar donde ésta ubicada.

Figura 55

Datos enviados del reloj marcador al celular de la unidad vehicular correspondiente



Nota: Los datos mostrados corresponden a la cantidad de marcaciones realizadas por la unidad vehicular (U-Veh-04), hora, fecha en un determinado reloj marcador (Metropolitano).

Figura 56

Datos enviados del reloj marcador para el registro de cada proceso de marcación de los TAGs de cada unidad vehicular

The screenshot displays an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Item	Hora	Fecha	U-Vehi	Ubi-Reloj				
2	1	16:25:11	23/5/2024	U-Veh-01	Metropolitano				
3	1	16:30:57	23/5/2024	U-Veh-02	Metropolitano				
4	1	16:35:02	23/5/2024	U-Veh-03	Metropolitano				
5	1	16:40:11	23/5/2024	U-Veh-04	Metropolitano				
6	1	16:45:05	23/5/2024	U-Veh-05	Metropolitano				
7	1	16:50:27	23/5/2024	U-Veh-06	Metropolitano				
8	1	16:55:13	23/5/2024	U-Veh-01	CantoRey.				
9	1	17:00:14	23/5/2024	U-Veh-02	CantoRey.				
10	1	17:05:02	23/5/2024	U-Veh-03	CantoRey.				
11	1	17:10:20	23/5/2024	U-Veh-04	CantoRey.				
12	1	17:16:22	23/5/2024	U-Veh-05	CantoRey.				
13	1	17:21:14	23/5/2024	U-Veh-06	CantoRey.				
14	2	17:25:38	23/5/2024	U-Veh-01	Metropolitano				
15	2	17:30:05	23/5/2024	U-Veh-02	Metropolitano				
16	2	17:35:17	23/5/2024	U-Veh-03	Metropolitano				
17	2	17:41:51	23/5/2024	U-Veh-04	Metropolitano				
18	2	17:45:09	23/5/2024	U-Veh-05	Metropolitano				
19	2	17:50:03	23/5/2024	U-Veh-06	Metropolitano				
20	2	17:55:16	23/5/2024	U-Veh-01	CantoRey.				
21	2	18:00:12	23/5/2024	U-Veh-02	CantoRey.				
22	2	18:04:59	23/5/2024	U-Veh-03	CantoRey.				
23	2	18:10:26	23/5/2024	U-Veh-04	CantoRey.				
24	2	18:15:41	23/5/2024	U-Veh-05	CantoRey.				
25	2	18:21:22	23/5/2024	U-Veh-06	CantoRey.				
26	3	18:29:00	23/5/2024	U-Veh-01	Metropolitano				
27	3	18:35:47	23/5/2024	U-Veh-02	Metropolitano				

Overlaid on the spreadsheet is the 'PLX-DAQ for Excel "Version 2" by Net^Devil' control window. It features a 'Settings' section with 'Port: 8' and 'Baud: 115200'. There are three checked 'Custom Checkbox' options and a 'Reset on Connect' option. Buttons include 'Disconnect', 'Reset Timer', 'Clear Columns', 'Pause logging', and 'Display direct debug =>'. A 'Sheet name to post to:' dropdown is set to 'Simple Data'. A 'Controller Messages:' section shows 'Setting labels'. A red warning at the bottom states: 'Do not move this window around while logging! That might crash Excel!'.

Nota: Registro y procesamiento de los datos por medio de PLX-DAQ en Excel.



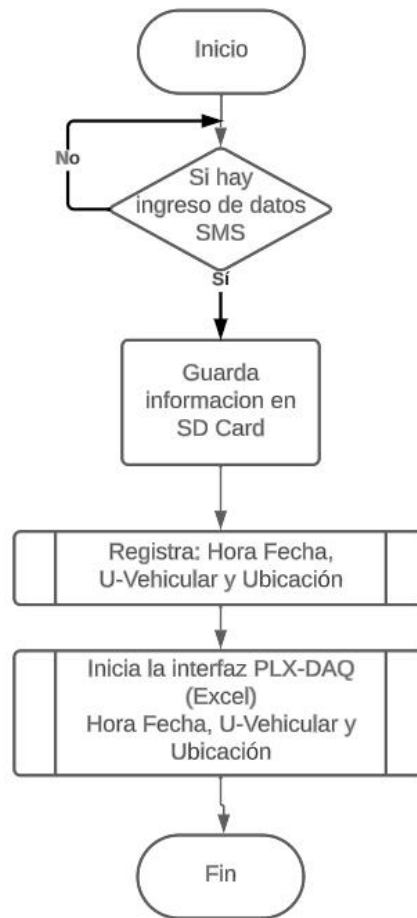
4.18. Funcionamiento del módulo Centralita

El módulo centralita desempeña un papel fundamental en la gestión y procesamiento de datos provenientes de mensajes SMS en sistemas de monitoreo y registro. Este sistema automatizado se encarga de recibir, almacenar y organizar la información crítica como la hora, la fecha, la unidad vehicular y la ubicación, para luego integrarla en una interfaz que permite su análisis en tiempo real mediante herramientas como Excel (PLX-DAQ).

El proceso está diseñado para operar de manera eficiente y continua, asegurando que los datos se almacenen en una tarjeta SD para respaldo y se transfieran a la interfaz de usuario para facilitar la visualización y el análisis. A continuación, se detalla el funcionamiento del módulo centralita de acuerdo al diagrama de flujo, explicando cada etapa desde el ingreso de los datos hasta la finalización del proceso.

Figura 57

Diagrama de flujo del funcionamiento del módulo Centralita



Nota: El diagrama de flujo abarca procesos complejos que realiza el módulo centralita.

4.18.1. Proceso de funcionamiento del módulo centralita en 3 pasos

1.- Primer paso:

a. Encendido del módulo:

El proceso comienza al conectar el cable de datos del módulo centralita con la PC luego se activa el interruptor ON/OFF para el encendido de dicho módulo junto con los componentes principales.

b. Tono de inicio:

Continuando el proceso, el Buzzer emite un tono, indicando el inicio correcto, Además, se genera un archivo CSV con el nombre de la fecha



actual (Figura 52), mientras el módulo SIM800L busca la red de la tarjeta SIM utilizada.

c. Apagado de indicadores:

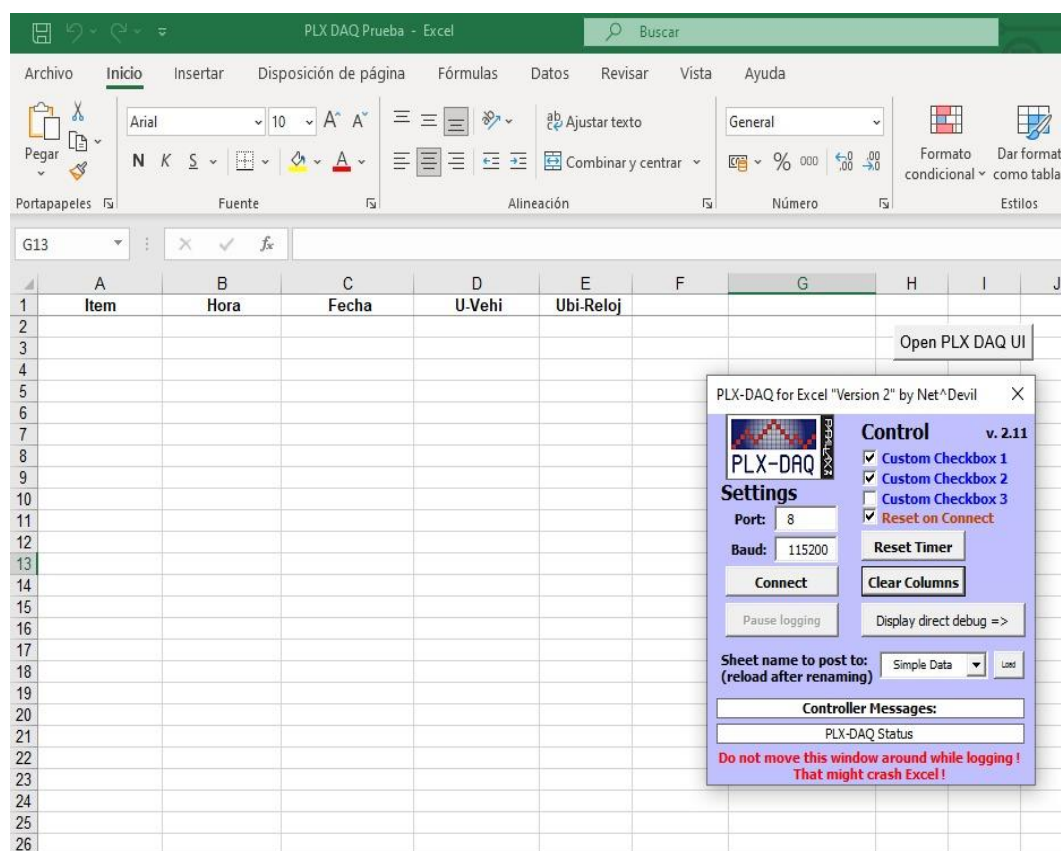
Al apagarse el Buzzer, indica que el proceso de inicio ha concluido correctamente. En este punto, el módulo está listo para operar y permanece en espera de los datos enviados del módulo reloj marcador, (Figura 52).

2.- Segundo paso:

Abrimos el programa PLX DAQ, lo que genera automáticamente una hoja de cálculo en Excel (Figura 58). A continuación, seleccionamos el puerto serie (8) y configuramos la velocidad de comunicación (115200 baudios) para garantizar una conexión adecuada. En este proceso, el módulo central permanece en espera de los datos enviados por los distintos módulos relojes marcadores. Mientras tanto, el módulo SIM800L establece su enlace con la red asociada a la tarjeta SIM. Durante este enlace, su LED indicador parpadea una vez por segundo, señalando que la conexión a la red se ha completado correctamente.

Figura 58

Hoja Excel de PLX-DAQ



Nota: Programa PLX-DAQ generando automáticamente una hoja de cálculo en Excel.

3.- Tercer paso:

Al marcar la tarjeta RFID de la unidad vehicular correspondiente dentro del tiempo establecido, los datos son enviados como mensajes de texto desde cada reloj marcador. La información se presenta en las (Figuras 54, 55 y 56).

4.19. Recepción de datos en un celular

El proceso comienza cuando un vehículo realiza la marcación de su tarjeta RFID en un reloj marcador asignado. Este reloj marcador, una vez que registra la información de la tarjeta, procede a transmitir automáticamente los datos al dispositivo móvil correspondiente, (Figura 55 y 70) asegurando así la transferencia precisa y en tiempo real de la información relevante.

4.20. Diseño, desarrollo e implementación de prototipos de relojes

marcadores y modulo centralita

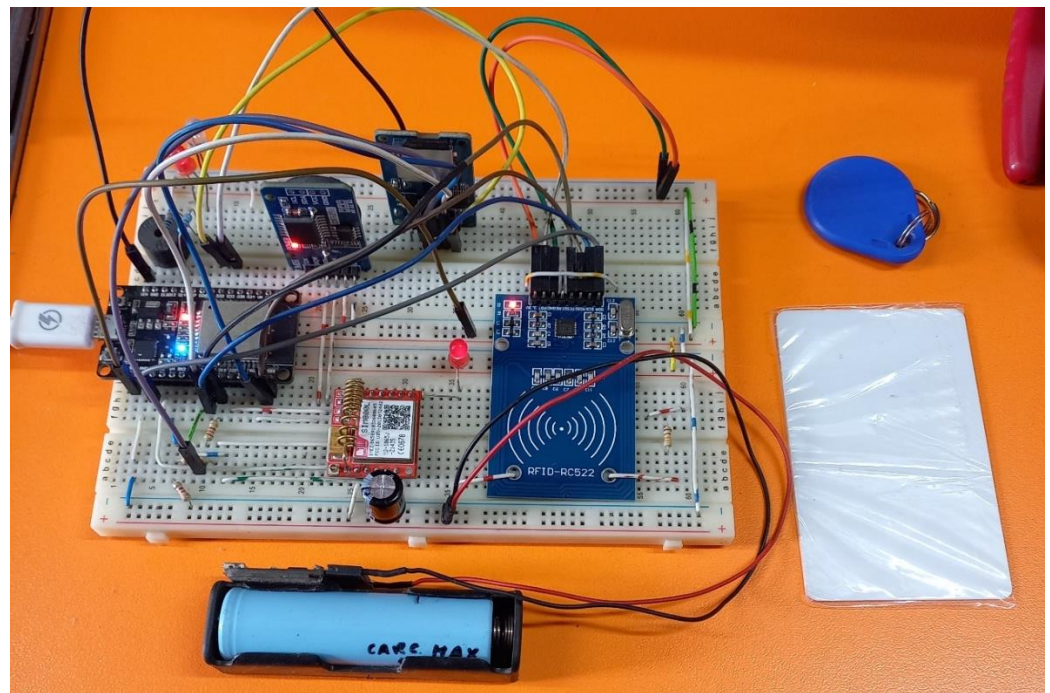
4.20.1. Primer Prototipo

Para el 1er prototipo, en el cual se verifico el funcionamiento y comunicación entre los componentes se utilizó como medio un Protoboard para verificar su correcto funcionamiento y estabilidad corriente y voltaje, para lo cual se utilizó:

1. Esp32 Dev. Kit v1.0
2. Modulo RTC DS3231
3. Modulo lector SD Card
4. Modulo SIM800L
5. Modulo RC522
6. Buzzer y leds
7. Batería Li-Ion 18650 3.7v-1800mA x 1.

Figura 59

Primer prototipo del módulo de Marcación y Centralita



Nota: Implementación de los módulos para las pruebas de comunicación.

4.20.2. Segundo prototipo

Para el 2do prototipo, en el cual se redujo el tamaño del prototipo utilizando módulos fáciles de adquirir y una placa pre - perforada, además se corroboró que los componentes no presentan dificultades tanto de suministro de energía eléctrica como de comunicación entre modulo, para lo cual se utilizó.

Figura 60

Segundo prototipo del módulo de Marcación y Centralita

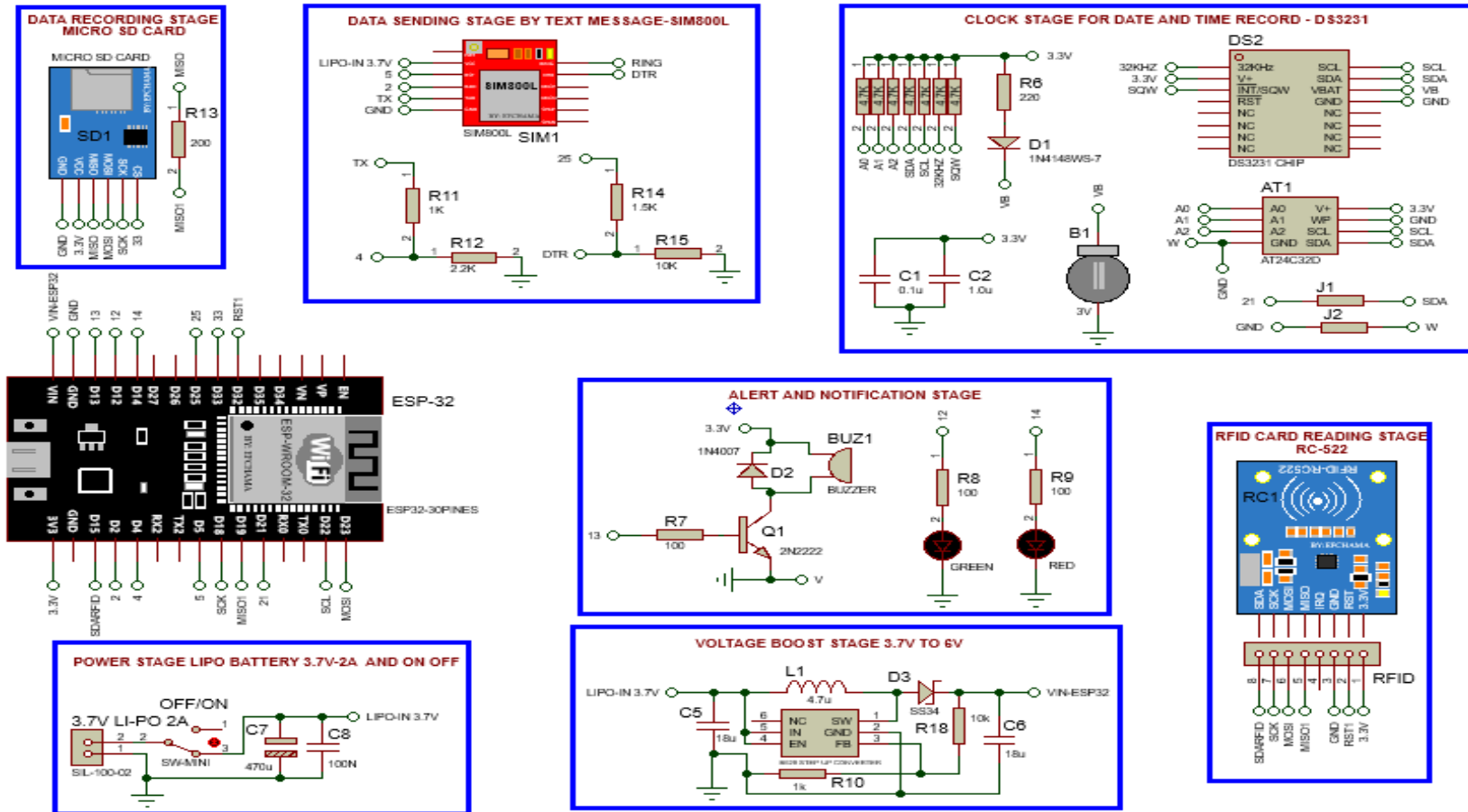


Nota: Modulo compacto, implementado para las pruebas como reloj marcador y centralita.

Una vez completadas las pruebas correspondientes de hardware y software, se procedió al diseño general de la circuitería del módulo reloj y la centralita, integrando todos los dispositivos electrónicos en una única PCB. Para este propósito, se utilizó el software Proteus, que permitió tanto el diseño como la creación de algunos componentes electrónicos personalizados, en la (Figura 61) se presenta el diseño final de la circuitería de la PCB.

Figura 61

Diagrama del diseño de los circuitos del módulo reloj marcador y receptor centralita



Nota: El diagrama ilustra la integración de componentes clave: ESP32 NodeMCU, Micro SD CARD, SIM800L, DS3231, notificaciones, lectura de TAGs, batería 3.7 V y elevación de voltaje.



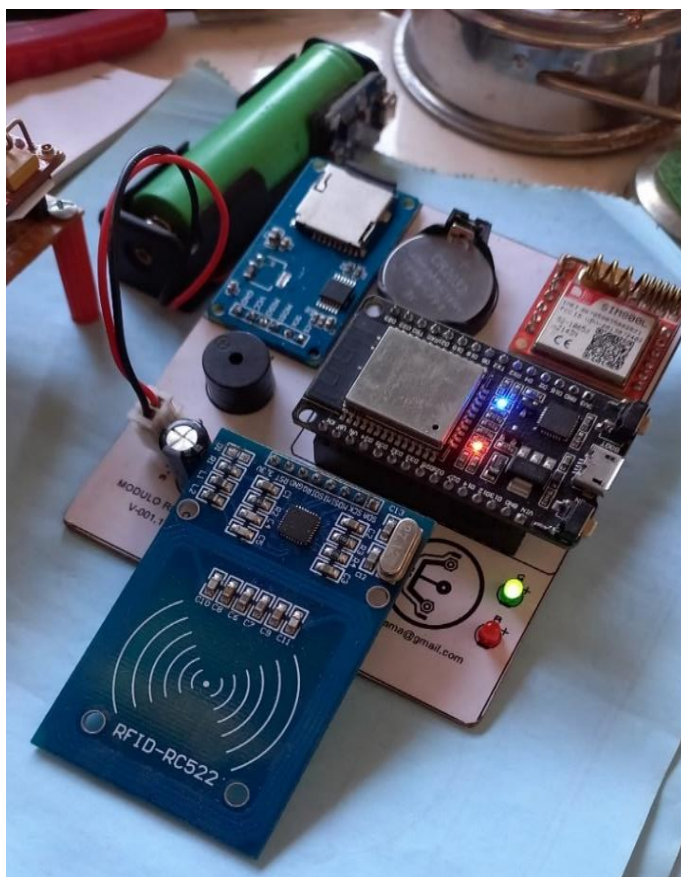
4.20.3. Tercer prototipo

Basándose en el diseño de la circuitería presentado en la (Figura 61), se procedió a implementar el tercer prototipo. En esta etapa, se redujo el tamaño del dispositivo utilizando módulos de fácil adquisición, y se desarrolló un circuito sobre baquelita diseñado con el software Proteus. Además, se verificó que los componentes no presentaran problemas relacionados con el suministro de energía eléctrica ni con la comunicación entre los módulos. Para la implementación, se utilizaron los siguientes componentes:

1. Esp32 Dev. Kit v1.0
2. Modulo RTC DS3231
3. Modulo lector SD Card
4. Modulo SIM800L
5. Modulo RC522
6. Buzzer y leds
7. Modulo StepUp o Boost Converter de 3.7 v – 6 v
8. Batería Li-Ion 18650 3.7v-1800mA x 1.

Figura 62

Tercer prototipo del módulo de Marcación y Centralita



Nota: El módulo diseñado presenta un diseño más compacto y optimizado para su eficiencia.



CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El propósito principal de esta investigación fue mejorar el sistema de marcación mecánica manual utilizado en el control y monitoreo del seguimiento de rutas de los vehículos de las empresas de transporte urbano en la ciudad de Juliaca. El desarrollo de un sistema embebido electrónico eficiente y avanzado permitió la automatización y optimización de este proceso. A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos en función de los objetivos planteados.

5.1. DESARROLLO DE LOS MÓDULOS "MARCACIÓN" Y "CENTRALITA"

Se logró la integración de diversos componentes electrónicos en dos módulos funcionales. El módulo de "Marcación" y la "Centralita" fueron capaces de realizar correctamente las funciones de registro de datos, como la cantidad de marcaciones, hora, fecha, unidad vehicular y lugar del reloj. La utilización de componentes como el módulo Micro SD Card, SIM800L, RTC DS3231, ESP32 y RFID RC522 resultó ser efectiva para cumplir con los requisitos del sistema. El correcto funcionamiento de estos módulos en términos



de precisión y confiabilidad de los datos muestra que el sistema es viable y eficiente.

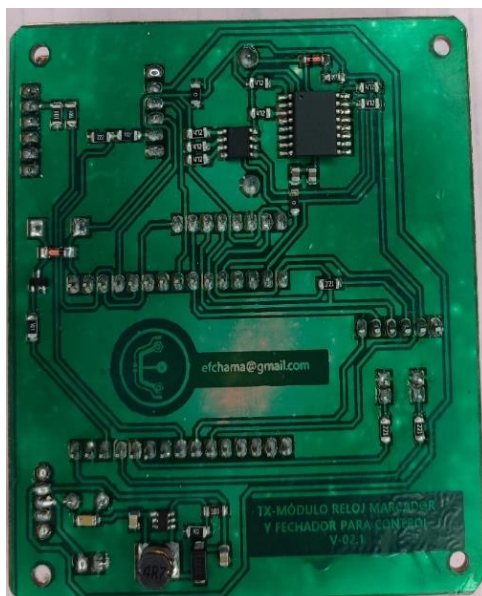
5.1.1. Dispositivo final del módulo reloj marcador y centralita

Para el dispositivo final, se optimizó aún más el tamaño del prototipo utilizando módulos fácilmente adquiribles. El circuito fue diseñado en baquelita mediante el software Proteus, y se le aplicó un acabado con protección UV de color verde, lo que no solo mejora la estética, sino que también previene interferencias por ruido o estática y protege contra la corrosión a lo largo del tiempo. Asimismo, se verificó que los componentes funcionaran correctamente, sin dificultades en el suministro de energía ni en la comunicación entre módulos. Los componentes utilizados en la implementación final fueron los siguientes:

1. Esp32 Dev. Kit v1.0
2. Modulo RTC DS3231
3. Modulo lector SD Card
4. Modulo SIM800L
5. Modulo RC522
6. Buzzer y leds
7. Modulo StepUp o Boost Converter de 3.7 v – 6 v
8. Batería Li-Ion 18650 3.7v-1800mA x 1.

Figura 63

Cuarto prototipo del módulo de Marcación y Centralita



Nota: A la izquierda se observa la parte posterior de la PCB con su capa de máscara UV, mientras que a la derecha se muestra la parte frontal de la PCB, donde se encuentran los dispositivos integrados.

5.2. COMPROBACIÓN DEL RENDIMIENTO Y AUTONOMÍA:

Se verificó que el consumo de energía de los prototipos que fue de 220 mAh aproximadamente, lo que proporciona una autonomía de 16 horas con una batería Li-Ion de 3.7V a 1800 mAh. Esta autonomía

es adecuada para la operación del sistema durante un turno completo, lo que demuestra la eficiencia energética del diseño.

Figura 64

Medición del consumo en voltaje y corriente



Nota: A la izquierda se observa la medición del consumo de voltaje de 4.05V, mientras que a la derecha se muestra la medición del consumo de corriente de 220 mA, aproximado para cada módulo.

5.2.1. Cálculo de la autonomía del sistema

En esta sección, se realiza el cálculo de la autonomía del sistema en función del consumo de corriente y la capacidad de las baterías utilizadas. A partir de las mediciones realizadas, se determina el consumo energético del dispositivo y se calcula cuánto tiempo puede operar el sistema con una carga completa de las baterías.

Cálculos: Según la medición el voltaje de entrada fue de $I = 0.22$ Amps.

$$\text{Carga} = \text{Corriente} * \text{Tiempo}$$

$$Q_{\text{modulo}} = 0.22 \text{ amps} * 1 \text{ hora} = 220 \text{ mAh}$$

Entonces teniendo una capacidad de las baterías:

$$Q_{\text{bateria}} = 1800 \text{ mAh} * 2 = 3600 \text{ mAh}$$

Entonces tenemos una autonomía de:

$$\text{Autonomia} = \frac{Q_{\text{bateria}}}{Q_{\text{modulo}}}$$

$$\text{Autonomia} = \frac{3600 \text{ mAh}}{220 \text{ mAh}} = 16 \text{ horas y } 20 \text{ minutos}$$

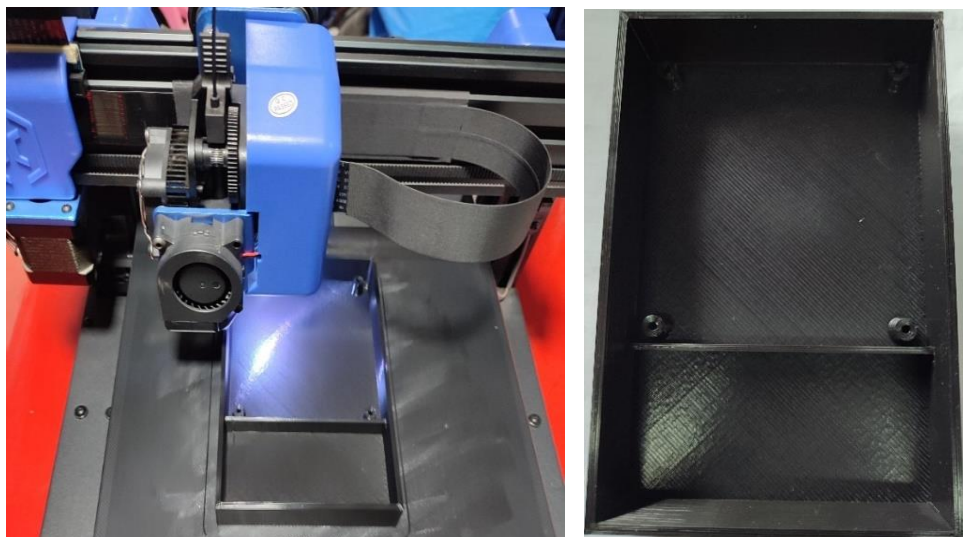
5.3. MECANIZACIÓN DEL CASE PARA LOS MÓDULOS

Con el fin de proporcionar una cobertura sólida y mejorar la estética de los módulos, se decidió diseñar un case personalizado. El diseño fue realizado utilizando un software de modelado 3D y, posteriormente, fabricado mediante impresión 3D con una impresora Artillery. Para la construcción del case, se emplearon los siguientes materiales y componentes:

1. Filamento negro PLA de 1.75 mm
2. Tornillos M3
3. Tornillos autoroscantes

Figura 65

Case fabricado por Impresión 3D – Artillery



Nota: A la izquierda se muestra el proceso de impresión 3D en curso, mientras que a la derecha se presenta el resultado final de la impresión 3D del case.

5.4. MODULO FINAL DEL RELOJ MARCADO Y CENTRALITA:

CORRESPONDIENTES INTERNOS Y EXTERNOS

En esta sección nos enfocamos en describir tanto los elementos internos como los elementos visibles o de señalización externa de los módulos de "Reloj Marcador" y "Centralita".

5.4.1. Descripción interna del hardware del módulo final del reloj marcador y Centralita

Los módulos finales de marcación (reloj) y centralita (receptor) comparten la misma base de hardware, diferenciándose únicamente en su programación. En el caso del módulo de la centralita, no se hace uso del lector RFID, el buzzer, el LED rojo y el LED verde, lo que provoca variaciones en el software que gestiona estos dispositivos.

Además, se incorpora una etiqueta en la parte posterior de la tapa, que contiene información sobre la operadora de la red móvil, el número de la SIM card, el nombre del módulo reloj y el lugar donde se instalará el dispositivo.

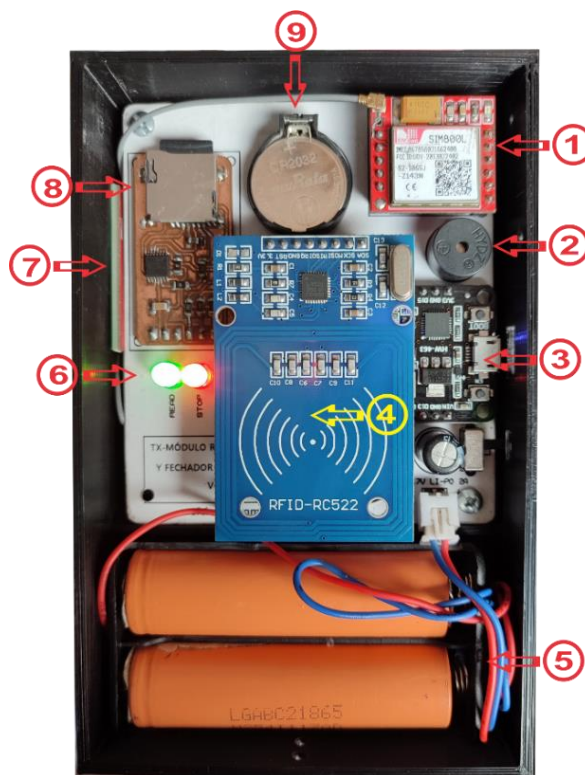
Ambos módulos están compuestos por los siguientes componentes electrónicos:

1. Módulo SIM800L.
2. Buzzer indicador de marcación.
3. ESP32 Wi-Fi & Bluetooth MCU Espressif Systems.
4. Módulo RFID RC522-13.56MHz.
5. Banco de baterías Li-Ion 18650 3.7v-1800mA x 2.
6. Leds indicadores:
 - Luz Verde: señal de marcación.

- Luz Rojo: señal de proceso de registro y envío de datos (stop).
7. Antena PCB 2400 -2500 MHz de frecuencia S.W.R. ≤ 2.0 (Standing Wave Ratio), ganancia de antena $3.0 \pm 0.7\text{dBi}$, polarización lineal e impedancia de 50 ohmios.
 8. Módulo lector de memoria micro SD Card 74lvc125a.
 9. Batería de 3V CR2032 del circuito RTC DS3231 + EEPROM AT24C32 (I2C).

Figura 66

Presentación del módulo reloj marcador y centralita



Nota: Implementación final del reloj marcador y centralita con la tarjeta de circuitos y los componentes principales acomodados en la caja impreso en una impresora 3D.

5.4.2. Módulo Final de Marcación y Centralita – Exterior

En el modelo final se agrega una pegatina adicional para identificar las señalizaciones de marcación y estado del módulo, en este caso

se tomó como ejemplo la ruta de la Línea 39, en su punto de marcado ubicado en "Canto Rey".

1. Lugar donde indica la señal de conexión de red del módulo SIM800L.
2. Logo de la empresa correspondiente.
3. Espacio donde se acerca los TAGs o tarjetas RFID.
4. Nombre del lugar donde estará ubicado el Reloj Marcador.
5. Indicador del momento apropiado para la marcación:
 - Luz Verde: señal de marcación.
 - Luz Rojo: señal de proceso de registro y envío de datos (stop).

Figura 67

Módulo reloj marcador y centralita



Nota: A la izquierda se muestra el rotulado final del módulo reloj marcador, a la derecha del módulo centralita.

5.5. TAGs para el control y registro diario

Para realizar el proceso de marcado, se requirió tarjetas TAG destinados a los distintos usuarios de cada unidad vehicular, con la codificación correspondiente para su uso personal y posterior empleo en la marcación diaria para su control de registro, la cuales fueron detallados mediante la impresión sobre los mismos TAG, diseño especialmente para el trabajo de marcación y su identificación.

Figura 68

TAGs para cada unidad vehicular debidamente rotulado



Nota: A la izquierda se muestra los TAGs de 6 unidades vehiculares con los datos necesarios, a la derecha se presenta un TAG preparado para su uso respectivo.

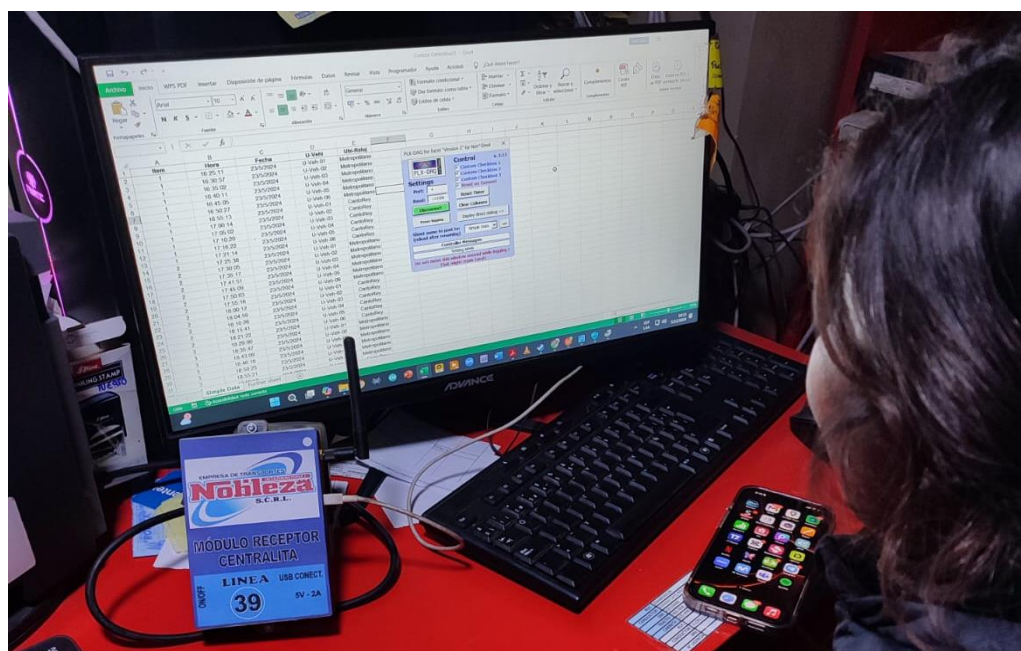
5.6. TRANSMISIÓN DE DATOS Y VISUALIZACIÓN EN TIEMPO REAL

El envío de los datos a través de la red GSM mediante el módulo SIM800L fue exitoso, permitiendo que la información se transmitiera en tiempo real a la centralita. La integración con el software PLX-

DAQ y Excel permitió visualizar los datos de manera clara y precisa en un monitor de PC (Figuras 53,54 y 56) y al mismo tiempo en el celular del vehículo asignado (Figuras 55 y 70) lo cual facilita el monitoreo y análisis de la información. Este aspecto del sistema demuestra su efectividad para ofrecer una herramienta práctica y accesible para las empresas de transporte.

Figura 69

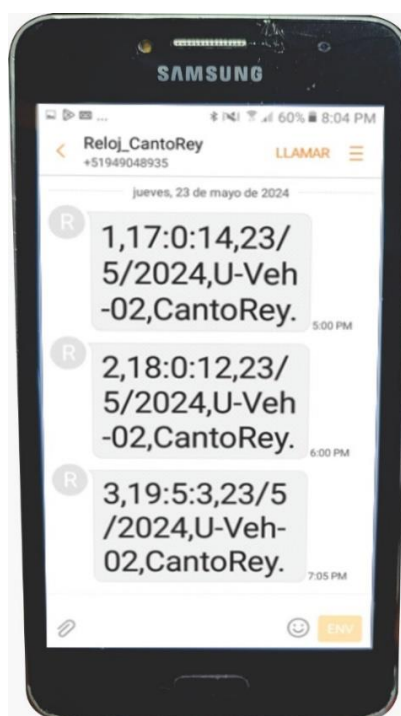
Sala de control y monitoreo



Nota: Módulo centralita conectado a una PC mostrando el monitoreo y registro de datos en una hoja Excel con interfaz PLX-DAQ en tiempo real.

Figura 70

Datos visualizados en el celular



Nota: Se muestra los datos recibidos, enviados desde el reloj marcador (Canto Rey).



5.7. CUADRO COMPARATIVO

5.7.1. Sistema mecánico de marcación manual vs Sistema embebido desarrollado

ASPECTO	TECNOLOGÍA	REGISTRO DE DATOS	VISUALIZACIÓN	CONSUMO ENERGÉTICO	FACILIDAD DE USO
Sistema de marcación mecánica manual	Mecánica básica	No automatizado, registro manual	No disponible directamente (Se tiene que imprimir)	No aplica	Limitada, requiere intervención manual constante
Sistema embebido desarrollado	Electrónica avanzada (Micro SD, SIM800L, RTC, ESP32, RFID)	Automatizado, almacenamiento en SD y transmisión por GSM	Dispositivo móvil, Monitor de PC con PLX-DAQ y Excel	220 mAh, autonomía de 16 horas	Alta, manejo automatizado y digitalizado

CONCLUSIONES

- PRIMERA** Los módulos de "reloj marcador" y "módulo de recepción" cumplieron satisfactoriamente con las funciones para las que fueron diseñados, tanto en términos de hardware (diseño de la tarjeta PCB) como de software (programación de las tarjetas). Sin embargo, para lograr un mayor control sobre las unidades vehiculares, se recomienda la implementación de módulos adicionales de reloj marcador. Actualmente, solo se utilizaron dos módulos: uno al inicio de la ruta y otro al final, lo cual se ve limitado por la autonomía de 16 horas de los dispositivos. La expansión del número de módulos permitiría un seguimiento más detallado a lo largo del recorrido.
- SEGUNDA** Los módulos de reloj marcador demostraron un funcionamiento óptimo cuando fueron instalados en el exterior, lo que valida su capacidad para operar en condiciones variables. Los módulos ESP32, empleados en este prototipo, mostraron un alto potencial a nivel de hardware para su aplicación en proyectos futuros de automatización, domótica e Internet de las Cosas (IoT), debido a su versatilidad y capacidad de integración con otros sistemas.
- TERCERA** En relación con el hardware de la centralita, se identificó la necesidad de desarrollar un software propio para la computadora que permita registrar y procesar los datos de manera más eficiente y automática. Aunque se utilizó el software PLX-DAQ, se encontraron limitaciones en la accesibilidad y el procesamiento de la información, lo que dificulta una visualización y análisis más



fluido por parte de los usuarios. El desarrollo de un software específico mejoraría significativamente la interacción y eficiencia del sistema en su conjunto.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA** Se sugiere realizar un diseño de PCB integral mediante la manufacturación de empresas especializadas como PCBway para poder tener módulos más compactos y de menor consumo energético.
- SEGUNDA** Cambiar los dispositivos Esp32 y SIM800L por el dispositivo Esp32 SIM800L ya integrado en una sola placa el cual proporciona en una sola placa las ventajas de todos los dispositivos para aumentar una mayor efectividad del dispositivo de recarga de saldo electrónico.
- TERCERA** Mecanizar el case mediante la impresión 3D por láser y resina para tener un producto final de mejor calidad y poder hacerlo comerciable.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Admin. (2019, enero 9). *Tipos de Tag RFID - Etiquetas RFID | BLOG - NEXTPOINTS RFID*. NEXTPOINTS. <https://nextpoints.com/tipos-tag-rfid/>
- Albuja Piarpuezán, I. E., & Molina Males, L. A. (2008). *Prototipo de control vehicular mediante (RFID) identificación con radio frecuencia y administración a través de un software específico dentro del campus de la ESFOT* [bachelorThesis, QUITO/ EPN/ 2008].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2156>
- Altamirano Di Luca, M. A., Orozco Iguasnia, J. B., & Bejeguen Bacilio, J. D. R. (2016). *Estudio de un sistema RFID para el control de inventarios y seguridad de libros en bibliotecas*.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/7363>
- Dipole. (s. f.). *Tipos Sistemas RFID | UHF, HF, NFC, LF | Dipole*. DipoleRFID. Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://www.dipolerfid.es/blog-rfid/Tipos-Sistemas-RFID>
- DS3231 Reloj de Tiempo Real RTC. (s. f.). *UNIT Electronics*. Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://uelectronics.com/producto/ds3231-reloj-de-tiempo-real-rtc/>
- Eguez, D. (2020, diciembre 12). ESP32 with SD card modules—The master guide. *Medium*. <https://deguez07.medium.com/esp32-with-sd-card-modules-the-master-guide-5d391f6785d7>
- Etiquetas RFID - Etiquetas de radiofrecuencia | Nextpoints RFID*. (s. f.). NEXTPOINTS. Recuperado 18 de noviembre de 2024, de <https://nextpoints.com/es/productos-rfid/etiquetas-rfid/>



In-Depth: Send Receive SMS & Call with SIM800L GSM Module & Arduino.

(2018, agosto 1). Last Minute Engineers.

<https://lastminuteengineers.com/sim800l-gsm-module-arduino-tutorial/>

Jiménez Llatas, C. L., & Pretell Cabrera, V. H. (2015). Sistema inteligente de identificación y localización vehicular usando RFID en una red integrada Zigbee y GPRS. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).*

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581433>

Laguna Quiroga, R. P. (2017). *CONTROL DE RUTAS PARA VEHÍCULOS PÚBLICOS MEDIANTE TECNOLOGÍA RFID* [Thesis].

<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/12238>

Lector RFID RC522 control de acceso RFID con Arduino. (2020, junio 2).

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/lector-rfid-rc522-con-arduino/>

Micro SD Card Adapter Module. (s. f.). Components101. Recuperado 11 de diciembre de 2024, de <https://components101.com/modules/micro-sd-card-module-pinout-features-datasheet-alternatives>

PLX-DAQ - Parallax. (s. f.). Recuperado 18 de noviembre de 2024, de

<https://www.parallax.com/package/plx-daq/>

Ríos Vidalón, J. M. (2011). *Diseño de un sistema de control vehicular basado en el acceso de espacios libres y ubicación en estacionamientos usando RFID.* <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/910>

Trujillo Fonseca, A. J. (2017). *Sistema electrónico de notificación de rutas que pasa por diferentes paradas del sistema de transporte público de Quito* [bachelorThesis, Quito: Universidad Israel, 2017].

<http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/1378>



Ventajas y aplicaciones de la tecnología RFID - Montega. (2022, septiembre 27). <https://montega.es/blog/ventajas-y-aplicaciones-de-la-tecnologia-rfid/>



ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CATEGORÍAS	METODOLOGÍA
<p>Problema General: ¿Cómo diseñar e implementar dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica de control y monitoreo de rutas de transporte urbano en la ciudad de Juliaca?</p>	<p>Objetivo General: Diseñar e implementar dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica de control y monitoreo de rutas de transporte urbano en la ciudad de Juliaca.</p>	<p>Hipótesis General: Los dispositivos electrónicos de marcación inalámbrica realizan el proceso de control y monitoreo de rutas de transporte urbano de forma rápida, confiable y eficiente.</p>	<p>Variable Independiente: Diseño e implementación de dispositivos electrónicos para marcación inalámbrica. Variable Dependiente: Control y monitoreo del seguimiento de rutas del transporte urbano.</p>	<p>Diseño y funcionalidad del sistema embebido. Control y monitoreo de rutas.</p>	<p>Porcentaje de marcaciones realizadas exitosamente. Número de eventos de transmisión y recepción de datos exitosos.</p>	<p>RFID, GSM, RTC, MicroSD, diseño embebido.</p>	<p>Investigación aplicada, diseño experimental iterativo, pruebas de validación en campo.</p>
<p>Problema Específico 1: ¿Cómo realizar la marcación inalámbrica mediante el dispositivo electrónico?</p>	<p>Diseñar dispositivos electrónicos de marcación inalámbrica utilizando tecnología GSM/GPRS para facilitar el registro de datos.</p>	<p>La implementación de dispositivos electrónicos mejora eficientemente el registro de datos respecto al sistema convencional.</p>	<p>Registro de datos.</p>	<p>Registro de datos.</p>	<p>Cantidad de datos registrados en la microSD y en el sistema central.</p>	<p>GSM/GPRS, algoritmos de transmisión y almacenamiento.</p>	<p>Desarrollo de prototipos y validación mediante pruebas controladas en condiciones reales.</p>
<p>Problema Específico 2: ¿Cómo realizar un correcto registro de la marcación inalámbrica?</p>	<p>Desarrollar algoritmos para transmisión y recepción de datos inalámbricamente hacia la central y el móvil de cada unidad vehicular.</p>	<p>Los algoritmos desarrollados realizan tareas óptimas de transmisión y recepción de datos hacia la central y el móvil de cada unidad.</p>	<p>Transmisión y recepción de datos.</p>	<p>Transmisión y recepción de datos.</p>	<p>Tiempo promedio de transmisión y recepción de datos.</p>	<p>Integración de software con hardware para optimizar la comunicación de datos.</p>	<p>Uso de Arduino IDE para programación y PLX-DAQ para monitoreo en tiempo real.</p>



Anexo 2: Matriz de datos

Código del proyecto (Módulo Reloj Marcador)

```
#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <MFRC522.h>
#include <RTCLib.h>
#include <Adafruit_FONA.h>

// Definiciones de pines
#define SIM800L_RX 2
#define SIM800L_TX 4
#define SIM800L_PWRKEY 34
#define SIM800L_RST 5
#define SIM800L_POWER 35
#define CS_SD 33
#define CS_RFID 15
#define RST_RFID 32
#define RedLed 14
#define GreenLed 12
#define Buzzer 13

// Definiciones de constantes
const byte NUM_USERS = 6;
const byte userUIDs[NUM_USERS][4] = {
    {0x24, 0x89, 0x01, 0x17},
    {0x4C, 0x39, 0x84, 0x0E},
    {0xB9, 0x48, 0x3E, 0x98},
    {0x89, 0xE9, 0x3E, 0x98},
    {0x5B, 0x71, 0x09, 0x1F},
    {0xC9, 0x91, 0xFB, 0x97}
};

const long phoneNumbers[NUM_USERS] = {926xxxxxx, 951xxxxxx, 953xxxxxx, 951xxxxxx,
951xxxxxx, 951xxxxxx};
const String Prefix = "+51";
const String Location = "Metropolitano";
const int buzzerFreq = 2000;
const int ledChannel = 0;
```



```
const int ledResolution = 32;
const int toneFreqs[] = {1567, 1975, 2093, 4186};
const unsigned long ledOnTime = 3000;
const unsigned long ledOffTime = 80;

// Variables globales
RTC_DS3231 rtc;
Adafruit_FONA sim800I = Adafruit_FONA(SIM800L_PWRKEY);
MFRC522 rfid(CS_RFID, RST_RFID);
File myFile;

String archivo;
unsigned long previousMillis = 0;
int itemCounts[NUM_USERS] = {0};

// Funciones auxiliares
void initSDCard() {
    if (!SD.begin(CS_SD)) {
        Serial.println("No hay Tarjeta SD");
    }
}

void writeFile(fs::FS &fs, const char *path, const char *message) {
    Serial.printf("Escribiendo Archivo: %s\n", path);
    myFile = fs.open(path, FILE_WRITE);
    if (!myFile) {
        Serial.println("No se pudo abrir el archivo para escribir");
        return;
    }
    if (myFile.print(message)) {
        Serial.println("Archivo Escrito");
    } else {
        Serial.println("Escritura fallida");
    }
    myFile.close();
}

void appendFile(fs::FS &fs, const char *path, const char *message) {
    Serial.printf("Anexando al archivo: %s\n", path);
    myFile = fs.open(path, FILE_APPEND);
```



```
if (!myFile) {
    Serial.println("No se pudo abrir el archivo para escribir");
    return;
}
if (myFile.print(message)) {
    Serial.println("Mensaje adjunto");
} else {
    Serial.println("Adjunto fallido");
}
myFile.close();
}

void sendSMS(String message, long phoneNumber) {
    String sms = message + "26";
    String fullNumber = Prefix + String(phoneNumber);
    sim800ISerial->print("AT+CMGS=\"" + fullNumber + "\"\r");
    delay(200);
    sim800ISerial->print(sms);
    delay(500);
}

void notify() {
    digitalWrite(RedLed, HIGH);
    digitalWrite(GreenLed, LOW);
    for (int i = 0; i < 3; i++) {
        ledcWriteTone(ledChannel, toneFreqs[i % 4]);
        delay(80);
    }
    ledcWrite(ledChannel, 0);
}

void setup() {
    pinMode(RedLed, OUTPUT);
    pinMode(GreenLed, OUTPUT);
    pinMode(Buzzer, OUTPUT);
    digitalWrite(GreenLed, LOW);

    ledcSetup(ledChannel, buzzerFreq, ledResolution);
    ledcAttachPin(Buzzer, ledChannel);
}
```



```
rtc.begin();
Serial.begin(115200);
sim800ISerial->begin(115200, SERIAL_8N1, SIM800L_TX, SIM800L_RX);
SPI.begin();
rfid.PCD_Init();

delay(500);
enviarAT("AT+CMGF=1\r");
delay(500);

initSDCard();
if (!rtc.begin()) {
    Serial.println("Modulo RTC no encontrado !");
    while (1);
}

DateTime now = rtc.now();
archivo = "/" + String(now.day()) + "-" + String(now.month()) + "-" + String(now.year()) + "-" +
Location + ".csv";
myFile = SD.open(archivo);
if (!myFile) {
    Serial.println("El archivo no existe");
    Serial.println("Creando Archivo...");
    writeFile(SD, archivo.c_str(), "Item, Hora, Fecha, U-Vehi, Ubi-Reloj\r\n");
} else {
    Serial.println("El Archivo Existe!");
}
myFile.close();

notify();
delay(500);
}

void loop() {
    static bool ledState = false;
    static unsigned long lastLedChange = 0;

    if (millis() - lastLedChange >= (ledState ? ledOffTime : ledOnTime)) {
        ledState = !ledState;
        digitalWrite(GreenLed, ledState ? HIGH : LOW);
    }
}
```



```
        lastLedChange = millis();
    }

    if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent()) return;
    if (!rfid.PICC_ReadCardSerial()) return;

    byte card_ID[4];
    for (byte i = 0; i < 4; i++) {
        card_ID[i] = rfid.uid.uidByte[i];
    }

    for (byte i = 0; i < NUM_USERS; i++) {
        if (comparaUID(card_ID, userUIDs[i]) {
            itemCounts[i]++;
            notify();
            DateTime now = rtc.now();
            String dataMessage = String(itemCounts[i]) + "," + String(now.hour()) + ":" +
String(now.minute()) + ":" + String(now.second()) + "," + String(now.day()) + "/" +
String(now.month()) + "/" + String(now.year()) + "," + "U-Veh-" + String(i + 1) + "," + Location +
"\r\n";
            appendFile(SD, archivo.c_str(), dataMessage.c_str());
            sendSMS(dataMessage, phoneNumbers[i]);
            break;
        }
    }

    delay(200);
}

boolean comparaUID(byte lectura[], byte usuario[]) {
    for (byte i = 0; i < 4; i++) {
        if (lectura[i] != usuario[i]) return false;
    }
    return true;
}

void enviarAT(String cmdAT) {
    sim800ISerial->print(cmdAT);
    delay(100);
}
```



Anexo 2: Matriz de Datos: Código del proyecto (Módulo Receptor Centralita)

```
#include <SPI.h>           // Protocolo de comunicación SPI
#include "FS.h"           // Sistema de archivos para operaciones en memoria
#include "SD.h"           // Manejo de tarjetas SD/microSD
#include <RTClib.h>        // Manejo del módulo RTC
#include "Adafruit_FONA.h" // Librería para el módulo SIM800L

// Configuración del RTC
RTC_DS3231 rtc;

// Configuración del SIM800L
#define SIM800L_RX 2
#define SIM800L_TX 4
#define SIM800L_PWRKEY 34
#define SIM800L_RST 5
#define SIM800L_POWER 35

char replybuffer[255];
HardwareSerial *sim800lSerial = &Serial1;
Adafruit_FONA sim800l = Adafruit_FONA(SIM800L_PWRKEY);

// Configuración de la tarjeta SD
#define CS_SD 33

// Configuración de LEDs y Buzzer
#define GreenLed 12
#define Buzzer 13
#define RedLed 14

// Variables generales
String smsStatus, senderNumber, receivedDate, msg;
boolean isReply = false;
String LugRegistro = "Centralita"; // Ubicación del módulo receptor
String Archivo = "";
String serialString = "";
char ctrz = 26; // Comando de finalización de SMS
```



```
const int channel = 0;
const int frequenz = 2000;
const int resolutionBits = 32;
const int toneFrequenz1 = 1567, toneFrequenz2 = 1975, toneFrequenz3 = 2093,
toneFrequenz4 = 4186;

// Variables para control del LED Verde
boolean estadoLedVerde = false;
unsigned long tiempo_Ant_On = 0;
unsigned long tiempo_Ant_Off = 0;

File myFile;

// Inicializa la tarjeta SD
void initSDCard() {
    if (!SD.begin(CS_SD)) {
        Serial.println("No hay Tarjeta SD");
        return;
    }
}

// Escribe datos en un archivo
void writeFile(fs::FS &fs, const char *path, const char *message) {
    Serial.printf("Escribiendo Archivo: %s\n", path);
    myFile = fs.open(path, FILE_WRITE);
    if (!myFile) {
        Serial.println("No se pudo abrir el archivo para escribir");
        return;
    }
    if (myFile.print(message)) {
        Serial.println("Archivo Escrito");
    } else {
        Serial.println("Escritura fallida");
    }
    myFile.close();
}

// Agrega datos a un archivo existente
void appendFile(fs::FS &fs, const char *path, const char *message) {
    Serial.printf("Anexando al archivo: %s\n", path);
```



```
myFile = fs.open(path, FILE_APPEND);
if (!myFile) {
    Serial.println("No se pudo abrir el archivo para escribir");
    return;
}
if (myFile.print(message)) {
    Serial.println("Mensaje adjunto");
} else {
    Serial.println("Adjunto fallido");
}
myFile.close();
}

void setup() {
    pinMode(RedLed, OUTPUT);
    pinMode(GreenLed, OUTPUT);
    pinMode(Buzzer, OUTPUT);
    ledcSetup(channel, frequenz, resolutionBits);
    ledcAttachPin(Buzzer, channel);

    Serial.begin(115200);
    sim800lSerial->begin(115200, SERIAL_8N1, SIM800L_TX, SIM800L_RX);

    Serial.println("SIM800L inicializado");
    delay(1000);

    initSDCard();

    if (!rtc.begin()) {
        Serial.println("Modulo RTC no encontrado!");
        while (1);
    }

    // Crear o verificar el archivo inicial
    DateTime now = rtc.now();
    Archivo = "/" + String(now.day()) + "-" + String(now.month()) + "-" + String(now.year()) + "-" +
    LugRegistro + ".csv";
    myFile = SD.open(Archivo);
    if (!myFile) {
        Serial.println("El archivo no existe. Creando Archivo...");
    }
}
```



```
        writeFile(SD, Archivo.c_str(), "Item, Hora, Fecha, U-Vehi, Ubi-Reloj\r\n");
    } else {
        Serial.println("El Archivo Existe!");
    }
    myFile.close();

    NotifInicio();
    Serial.println("CLEARDATA");
    Serial.println("CLEAR SHEET");
    Serial.println("LABEL,Item, Hora, Fecha, U-Vehi, Ubi-Reloj");
    delay(500);
}

void loop() {
    digitalWrite(RedLed, LOW);
    digitalWrite(GreenLed, LOW);

    // Leer mensajes del SIM800L
    while (sim800ISerial->available()) {
        parseData(sim800ISerial->readString());
    }

    // Enviar datos desde el monitor serie
    while (Serial.available()) {
        sim800ISerial->println(Serial.readString());
    }
}

void parseData(String buff) {
    unsigned int index;
    index = buff.indexOf("\r");
    buff.remove(0, index + 2);
    buff.trim();

    if (buff != "OK") {
        index = buff.indexOf(":");
        String cmd = buff.substring(0, index).trim();
        buff.remove(0, index + 2);

        if (cmd == "+CMTI") {
```



```
        index = buff.indexOf(",");
        String temp = buff.substring(index + 1);
        sim800ISerial->println("AT+CMGR=" + temp);
    } else if (cmd == "+CMGR") {
        extractSms(buff);
    }
}
}

void extractSms(String buff) {
    unsigned int index;
    index = buff.indexOf(",");
    smsStatus = buff.substring(1, index - 1);
    buff.remove(0, index + 2);

    senderNumber = buff.substring(0, 13);
    buff.remove(0, 19);
    receivedDate = buff.substring(0, 20);
    buff.remove(0, buff.indexOf("\r"));
    buff.trim();

    dataMessage = String(buff) + "\r\n";
    appendFile(SD, Archivo.c_str(), dataMessage.c_str());

    if ((millis() - tiempo_Ant_On >= 3000) && !estadoLedVerde) {
        estadoLedVerde = true;
        digitalWrite(GreenLed, estadoLedVerde);
        tiempo_Ant_Off = millis();
    }
    if ((millis() - tiempo_Ant_Off >= 80) && estadoLedVerde) {
        estadoLedVerde = false;
        digitalWrite(GreenLed, estadoLedVerde);
        tiempo_Ant_On = millis();
    }
}

Serial.println(buff);
msg = buff;
buff = "";
}
```



```
void NotifInicio() {  
    digitalWrite(RedLed, HIGH);  
    digitalWrite(GreenLed, HIGH);  
    ledcWriteTone(channel, toneFrequenz1);  
    delay(100);  
    ledcWriteTone(channel, toneFrequenz3);  
    delay(100);  
    ledcWriteTone(channel, toneFrequenz2);  
    delay(100);  
    ledcWriteTone(channel, toneFrequenz3);  
    delay(800);  
    ledcWrite(channel, 0);  
}
```

Anexo 3: Datasheet del ESP32

Zerynth
PINOUT DIAGRAM

DO NOT USE D6 TO D8
PWM IS ENABLED ON EVERY DIGITAL PIN
ICU NOT SUPPORTED
ADC ON PINS D4, D2, D3, D14, D15, D26, D27
CAN BE READ ONLY WITH W-R NOT STARTED

DOIT ESP32 DevKit v1

More info about DOIT Esp32 DevKit v1 can be found [here](#).

Flash Layout

The internal flash of the ESP32 module is organized in a single flash area with pages of 4096 bytes each. The flash starts at address 0x00000, but many areas are reserved for Esp32 IDF SDK and Zerynth VM. There exist two different layouts based on the presence of BLE support.

In particular, for non-BLE VMs:

Start address	Size	Content
0x00009000	16Kb	Esp32 NVS area
0x0000D000	8Kb	Esp32 OTA data
0x0000F000	4Kb	Esp32 PHY data
0x00010000	1Mb	Zerynth VM
0x00110000	1Mb	Zerynth VM (FOTA)
0x00210000	512Kb	Zerynth Bytecode
0x00290000	512Kb	Zerynth Bytecode (FOTA)
0x00310000	512Kb	Free for user storage
0x00390000	448Kb	Reserved

Anexo 4: Datasheet del MT3608



AEROSEMI

MT3608

High Efficiency 1.2MHz 2A Step Up Converter

FEATURES

- Integrated 80mΩ Power MOSFET
- 2V to 24V Input Voltage
- 1.2MHz Fixed Switching Frequency
- Internal 4A Switch Current Limit
- Adjustable Output Voltage
- Internal Compensation
- Up to 28V Output Voltage
- Automatic Pulse Frequency Modulation Mode at Light Loads
- up to 97% Efficiency
- Available in a 6-Pin SOT23-6 Package

APPLICATIONS

- Battery-Powered Equipment
- Set-Top Boxed
- LCD Bias Supply
- DSL and Cable Modems and Routers
- Networking cards powered from PCI or PCI express slots

GENERAL DESCRIPTION

The MT3608 is a constant frequency, 6-pin SOT23 current mode step-up converter intended for small, low power applications. The MT3608 switches at 1.2MHz and allows the use of tiny, low cost capacitors and inductors 2mm or less in height. Internal soft-start results in small inrush current and extends battery life.

The MT3608 features automatic shifting to pulse frequency modulation mode at light loads. The MT3608 includes under-voltage lockout, current limiting, and thermal overload protection to prevent damage in the event of an output overload. The MT3608 is available in a small 6-pin SOT-23 package.

TYPICAL APPLICATION

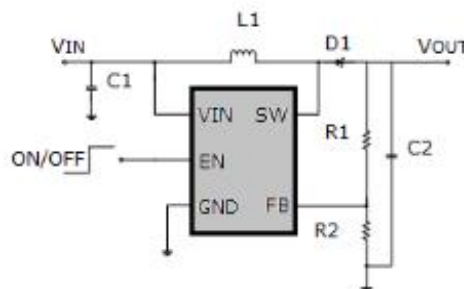


Figure 1. Basic Application Circuit

Efficiency

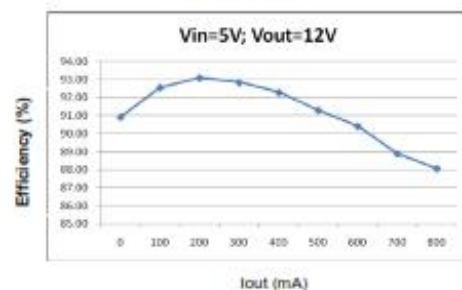


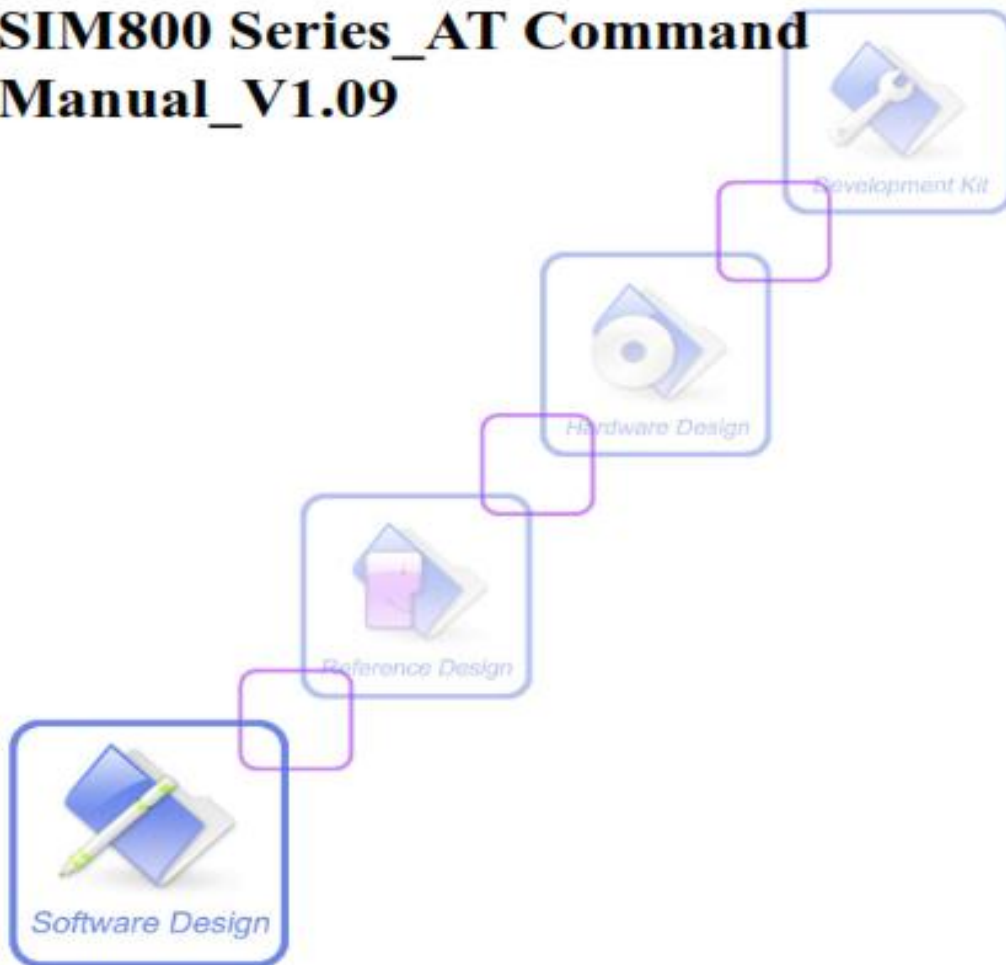
Figure 2. Efficiency Curve

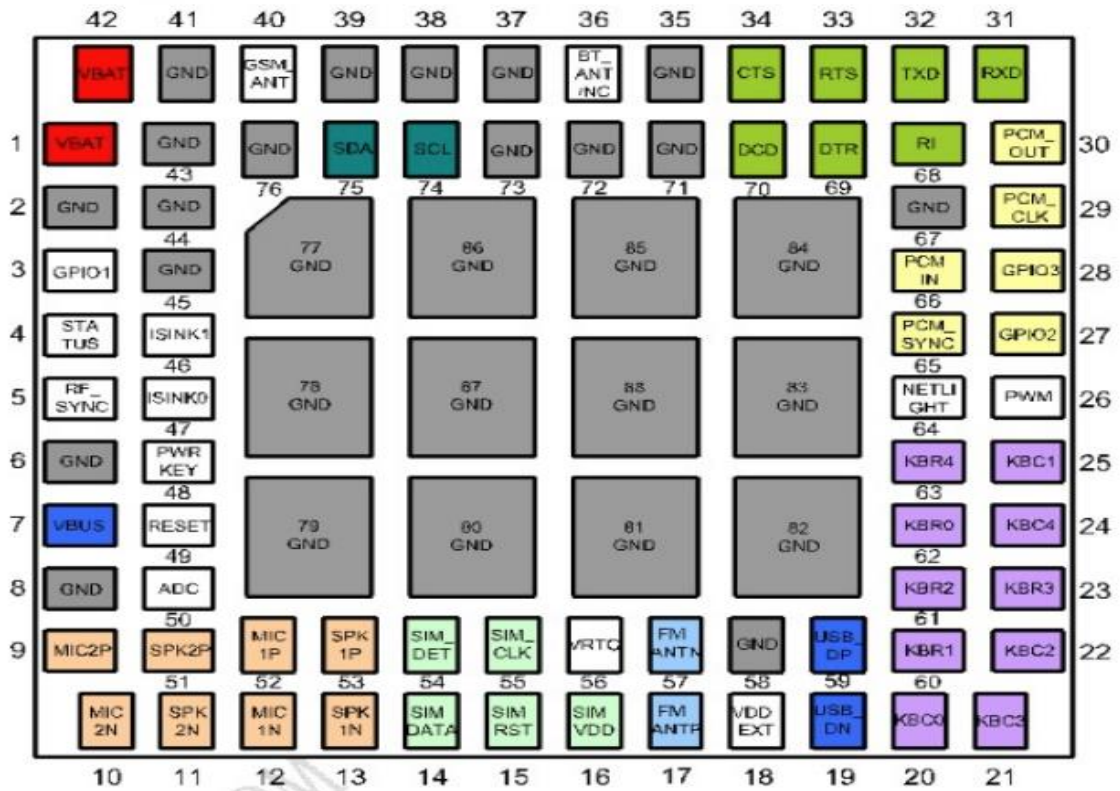
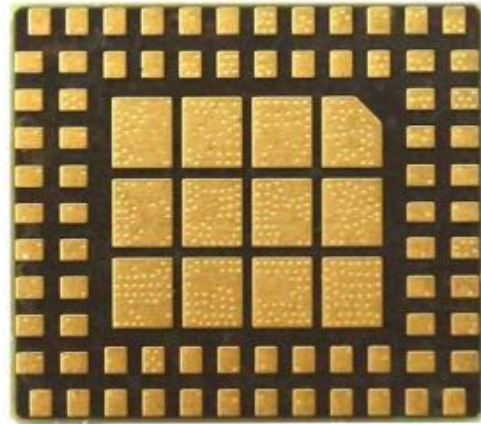


Anexo 5: Datasheet del SIM800

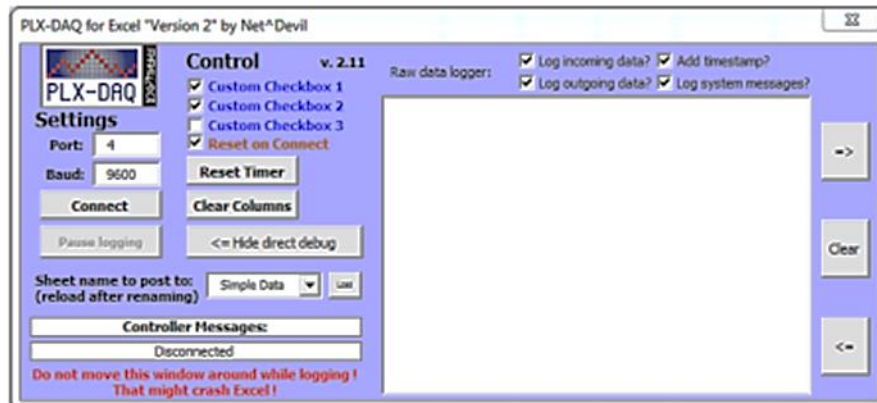


**SIM800 Series_AT Command
Manual_V1.09**





Anexo 6: Datasheet del PLX-DAQ



- a. **Port**: set to Arduino port (same as in Arduino IDE => Tools => Port, e.g., 4 for COM4)
- b. **Baud**: set to the baud rate you run your Arduino on (e.g., 9600 if you are using `Serial.begin(9600)`; in your Arduino code)
- c. **Connect**: connects to your Arduino and starts logging
- d. **Pause logging/resume logging**: when connected will pause the logging of data
- e. **Reset Timer**: will set the Timer to 0. The Timer can be used to measure how long Excel is already logging
- f. **Clear Columns**: will delete all logged data from the sheet. Won't clear the labels of the columns
- g. **Display/Hide direct debug**: will show or hide the text field on the right. The Direct Debug Window can be used to manually monitor commands received by PLX DAQ v2 in Excel
- h. **Sheet name to post to**: this will list all sheets in the Excel workbook. Whatever sheet you select in the dropdown the logged data will be posted to it. This sheet will be referred to as the "ActiveSheet" throughout this document.
Note: after adding / deleting sheets please press the small "Load" button on the left side of the dropdown box for the sheet list to be updated
- i. **Controller Messages**: in the field below the most recent commands and status information will be shown. Most likely the information is changing way too fast for you to read, thus use the Direct Debug Window ☺
- j. **Reset on Connect**: the checkbox should be ticked at all time. If ticked the first command from Excel to Arduino will be to restart, thus your code starts from the beginning as well. This way you can have a fresh session. If you want to connect to your Arduino without restarting it just untick the box
- k. **Custom Checkbox 1/2/3**: these can be used to control your Arduino during run in any way you want. There are commands to label the Checkboxes by your Arduino and to query the state of the boxes. You could for example label one box "Measure humidity as well?" and check on demand in Excel if you want your Arduino to measure humidity with a second sensor next to only measure e.g., temperature. There are special commands Arduino can use to query the status of the checkboxes. More detail on these can be found below.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 06/01/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDWIN FREDY CHAMBI MAMANI

Dirección: Jr. 8 de noviembre 1434 Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 40719143

Teléfono: 951783474

email: efchama@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono:

email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO ELECTRÓNICO Y DE TELECOMUNICACIONES

Asesor: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS PARA MARCACIÓN INALÁMBRICA DE CONTROL Y MONITOREO DE RUTAS DE TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Dispositivos electrónicos, Marcación inalámbrica, Control, Monitoreo, Transporte público, Juliaca.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES-P19

Firma de Autor



huella digital

06 de enero del 2025

Fecha

