

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE PARAMETROS
ELECTRICOS UTILIZANDO TECNOLOGIA GSM Y MODBUS PARA
CAJEROS AUTOMATICOS DEL BBVA CONTINENTAL”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HUAYTA ÑAUPARI, ALEXANDRO

Villa El Salvador

2018

DEDICATORIA

El presente trabajo se la dedico a mi familia, padres, hermanos y seres querido en especial mi tía Carely quien en vida me brindo sus enseñanzas y total apoyo en mi desarrollo personal, universitario y profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor de tesis, a mis profesores de colegio y mis docentes universitarios por sus enseñanzas y consejos durante el tiempo que estuve en la universidad.

INDICE

INTRODUCCION	1
1. CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	7
1.3.1 TEÓRICA.....	7
1.3.2 TEMPORAL.....	7
1.3.3 ESPACIAL.....	7
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
1.4.1 PROBLEMA GENERAL.....	8
1.4.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	8
1.5 OBJETIVOS.....	9
1.5.1 OBJETIVOS GENERALES.....	9
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2 CAPITULO II: MARCO TEORICO	10
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES.....	10
2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	11
2.2 BASES TEÓRICAS.....	13
2.2.1 CAJERO AUTOMATICO.....	13
2.2.2 ATM.....	15
2.2.3 EQUIPOS DE COMUNICACIONES.....	16
2.2.4 EQUIPOS DE SEGURIDAD.....	18

2.2.5	TELEMETRIA.....	22
2.2.6	BATERIA.....	23
2.2.7	TECNOLOGIA GSM.....	25
2.2.8	SHORT MESSAGE SERVICE – SMS.....	26
2.2.9	COMANDOS AT.....	27
2.2.10	MICROCONTROLADORES.....	30
2.2.10.1.1	ATMEGA 328P.....	31
2.2.11	SOFTWARE ARDUINO IDE.....	33
2.2.12	SIMULADOR ISIS PROTEUS.....	34
2.2.13	GSM SIM900.....	34
2.2.14	MODULO RELOJ RTC DS1307.....	36
2.2.15	ETHERNET SHIELD W5100.....	41
2.2.16	MODBUS RTU TCP/IP.....	43
2.2.17	STRUXURE DATA CENTER EXPERT.....	50
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	51

3 CAPITULO III: DESARROLLO DEL OBJETIVO DE TRABAJO DE

SUFICIENCIA.....	52
3.1 ANALISIS DEL MODULO DE ADQUISICION DE DATOS.....	53
3.1.1 ADQUISICION DE DATOS MEDIANTE EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 328P.....	59
3.1.1.1 MEDICION ANALOGA EN LOS EQUIPOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD.....	59

3.1.1.2	MEDICION DIGITAL EN LOS EQUIPOS DE COMUNICACIONES Y SEGURIDAD.	60
3.1.1.3	MEDICION BATERIA DE RESPALDO.....	62
3.1.1.4	MODULO RELOJ RTC DS1307.....	66
3.1.2	CIRCUITO ELECTRONICO DEL MODULO DE ADQUICISION DE DATOS.	68
3.1.3	PROGRAMA DEL MODULO EMISOR DE DATOS	73
3.1.4	PROGRAMA DEL MODULO RECEPTOR DE DATOS.....	80
3.1.5	SEGURIDA DE LA INFORMACION.....	85
3.2	PRUEBAS Y RESULTADOS.....	88
4	CONCLUSIONES	95
5	RECOMENDACIONES	96
6	BIBLIOGRAFIA	97
7	ANEXO	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fallas Técnicas en Cajeros Automáticos tipo Isla del BBVA continental en Noviembre 2017. Gestión de Canales Tecnológicas BBVA.....	3
Figura 2. Fallas Técnicas en Cajeros Automáticos tipo Isla del BBVA continental en Diciembre 2017. Gestión de Canales Tecnológicas BBVA.....	4
Figura 3. Fallas Técnicas en Cajeros Automáticos tipo Isla del BBVA continental en Enero 2018. Gestión de Canales Tecnológicas BBVA.....	4
Figura 4. Pirámide de niveles de descartes de Fallas técnicas.	5
Figura 5. Aplicación del Sensor magnético en compartimentos.	19
Figura 6. Distribución espacial del DVR y cámaras en Cajeros Automáticos.	20
Figura 7. Funcionamiento de una batería.	24
Figura 8. Arquitectura de una red GSM.	26
Figura 9. Proceso de transmisión de un mensaje de texto SMS entre dos terminales Móviles.	27
Figura 10. Descripción de pines del Microcontrolador ATMEGA 328P.	32
Figura 11. Portada referencial del Software ARDUINO IDE.....	33
Figura 12. SIM900 en presentación modular.	36
Figura 13. Diagrama de Bloques RTC Ds1307.....	38
Figura 14. Pines Modulo RTC DS1307.....	40
Figura 15. Shield Ethernet W5100.....	43
Figura 16. Una relación de Red Maestro-Esclavo.....	44
Figura 17. La ADU de TCP/IP.....	46
Figura 18. Estructura Trama Protocol ModBus.....	46
Figura 19. Logo de Presentación del inicio del software Data Center Expert.	51
Figura 20. Proceso de la energía eléctrica por USP en los Cajeros Automáticos del BBVA Continental.....	53
Figura 21. Posiciones de los tomacorrientes dentro de un cajero automático.....	54
Figura 22. Variables a medir por el Modulo de Adquisición de Datos.....	56
Figura 23. Diagrama General de la modalidad de envío de información SMS: Por Consulta & Monitoreo sede BBVA Continental.	58
Figura 24. Diagrama electrónico para regular el voltaje en el rango analógico para Lectura por el pin AN0 del Microcontrolador.	60
Figura 25: Diagrama Electrónico para regularizar el voltaje al rango de lectura del pin Digital del microcontrolador.	61
Figura 26. Diagrama de conexión de la Batería de respaldo.	62
Figura 27. Diagrama de conexión para lectura análoga por el pin AN0 del Microcontrolador.	66
Figura 28. Diseño de conexión de equipos vinculados por comunicación I2C.....	67
Figura 29. Diagrama de conexión para lectura análoga por el pin AN0 del Microcontrolador.	67
Figura 30. Diagrama de conexión del regulador de tensión 78L05.	69
Figura 31. Circuito del módulo de adquisición de datos.....	70
Figura 32. Diseño en PCB del Circuito electrónico de adquisición de datos de las variables.....	71

Figura 33. Diseño en PCB del Circuito electrónico del Módulo Emisor.	72
Figura 34. Diagrama de flujo del Módulo Emisor de Adquisición de datos.....	73
Figura 35. Imagen de un segmento del código del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se establecen las variables del programa.	74
Figura 36. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se establecen las variables del programa.	74
Figura 37. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se establecen las lecturas digitales y cambio de estado las variables del programa.....	75
Figura 38. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se realiza el arreglo para lectura Variable de Batería de Respaldo y su proporción en porcentaje...	76
Figura 39. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de dato realizados en lenguaje C++, donde se inicializa la lectura del Módulo RTC DS1307 y se condición que envió SMS programado.....	77
Figura 40. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos, donde se observa configuración y diseño del SMS tipo “Bandera” para ser enviado exclusivamente a usuario con teléfono móvil.	78
Figura 41. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos, donde se observa configuración y diseño del SMS en formato “CADENA” para ser enviado exclusivamente a los Servidores del BBVA Continental.	79
Figura 42. Diagrama de flujo del Módulo Receptor.....	80
Figura 43. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen las configuraciones y lectura de librerías, declaración de variables del programa.	81
Figura 44. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen las configuraciones SIM900, lectura el SMS por puerto Serie y Registros del protocolo ModBus.....	82
Figura 45. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establece la identificación de números que desean adquirir información del módulo a través de la rutina CONSULTA por teléfono Móvil.	83
Figura 46. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen las separación de información del SMS y separación por variables.	83
Figura 47. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen el envío de los valores de las variables al servidor del BBVA continental mediante protocolo ModBus.	84

Figura 48. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen la cantidad y números permitidos para el proyecto.....	85
Figura 49. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen la comparación, autorización y rechazo de números telefónicos.....	86
Figura 50. Diagrama de flujo de la Seguridad de la Información.....	87
Figura 51. Imagen de la bandeja de Mensaje de Texto del Teléfono Móvil, indicando la descripción del contenido de la respuesta en SMS por la modalidad CONSULTA.	89
Figura 52. Imagen de la bandeja de Mensaje de Texto del Teléfono Móvil, indicando la recepción de SMS por periodos de cada 15 minutos.....	90
Figura 53. Instalación del módulo emisor y adquisición de datos en el gabinete del cajero Automático del BBVA Continental.....	91
Figura 54. Prototipo Emisor y Adquisición de datos.	92
Figura 55. Datos de la tabla de sensores (Equipo de comunicación) obtenidos por el modulo receptor en periodos de 5 minutos.	93
Figura 56. Gráfico de los valores de la tabla de sensor Equipo de Comunicación, Lectura digital.	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cajeros Automáticos tipo Islas del BBVA Continental en producción 2017...2	
Tabla 2. Atenciones reiteradas por Falla técnica en Cajeros Automáticos.....6	
Tabla 3. Lista de comandos AT más utilizados para envíos de SMS por el módulo SIM900.....29	
Tabla 4. Datos más relevantes del Microcontrolador ATMEGA 328P.....32	
Tabla 5. Resumen general para lectura de las variables.....59	
Tabla 6. Características 1 celda de la batería 18650 recargable.....63	
Tabla 7. Características 3 celda de la batería 18650 recargable.....63	
Tabla 8. Rango de las variables de la Batería de Respaldo.....65	
Tabla 9. Rangos de voltaje del dispositivo 78L05.....68	
Tabla 10. Definición de pines de entrada y salida del microcontrolador.....69	

INTRODUCCION

La alta disponibilidad en cajeros automáticos implica el control integrado de varios temas como: el monitoreo remoto, las interconexiones en tiempo real con la institución bancaria del cliente que hace uso del cajero automático, pronósticos de la demanda en cada cajero, política de abastecimiento y consideraciones generales de seguridad para evitar robos, fraudes, etc. Por lo anterior, administrar y gestionar este tipo de redes es una tarea compleja y costosa, siendo necesarios el uso de herramientas sofisticadas de apoyo tecnológico.

Ante una anomalía que afecte el total servicio del cajero automático, primero se debe realizar el descarte vía remota en la red de comunicaciones y el sistema eléctrico. Posterior a ello se gestiona una pronta visita del soporte técnico y seguridad a las instalaciones del Cajero para brindar solución respectiva. Esto implica gasto en el presupuesto destinado en mantenimiento de la Entidad Bancaria. Por lo anterior Dicho los descartes para detectar el origen de la anomalía deben ser eficaz.

Ante un corte o falla del sistema eléctrico, la red de comunicaciones es afectada parcial o en su totalidad. Ante ello, para su solución se pretende dar con el diseño de un sistema de telemetría que permita adquirir valores eléctricos en cajeros automáticos de manera remota y en tiempo real. El medio de comunicación inalámbrica será la tecnología GSM, debido a su amplia cobertura e interoperabilidad con prácticamente todas las tecnologías de telecomunicación vigentes y a su bajo coste.

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA

En el Perú existen alrededor de 729 Cajeros Automáticos de tipo ISLA en estado de producción, pertenecientes al BBVA Continental, los cuales se requieren soporte y mantenimiento ante problemas técnicos que se presentan por diversos motivos.

Tabla 1

Cajeros Automáticos tipo Islas del BBVA Continental en producción 2017

Nº	DEPARTAMENTO	Nº ATM
1	ANCASH	12
2	AREQUIPA	27
3	CAJAMARCA	9
4	CUSCO	15
5	HUANCAVELICA	1
6	HUANUCO	6
7	ICA	18
8	JUNIN	16
9	LA LIBERTAD	29
10	LAMBAYEQUE	19
11	LIMA	528
12	LORETO	6
13	MOQUEGUA	2
14	PASCO	6
15	PIURA	17
16	PUNO	4
17	SAN MARTIN	2
18	TACNA	4
19	TUMBES	4
20	UCAYALI	4
	TOTAL	729

ATM: Automated Teller Machine (Cajero Automático)

El Área de monitoreo remoto de Cajeros Automáticos de la entidad bancaria, tienen como principal labor detectar y analizar las fallas técnicas que alteran la producción. Ante ello se realiza una pronta gestión para dar solución respectiva con personal de soporte correspondiente al tipo de falla técnica y personal seguridad. Estos último llevan a cabo funciones ejerciendo la vigilancia y protección de bienes por el periodo que demoré la atención técnica. Toda intervención de soporte técnico y acompañamiento de Personal de Seguridad genera significativamente un gran costo a la entidad bancaria.

En la figura 1 se presenta gráficos estadísticos de fallas técnicas asociadas en cajeros automáticos del BBVA Continental con muestra de 3 meses.

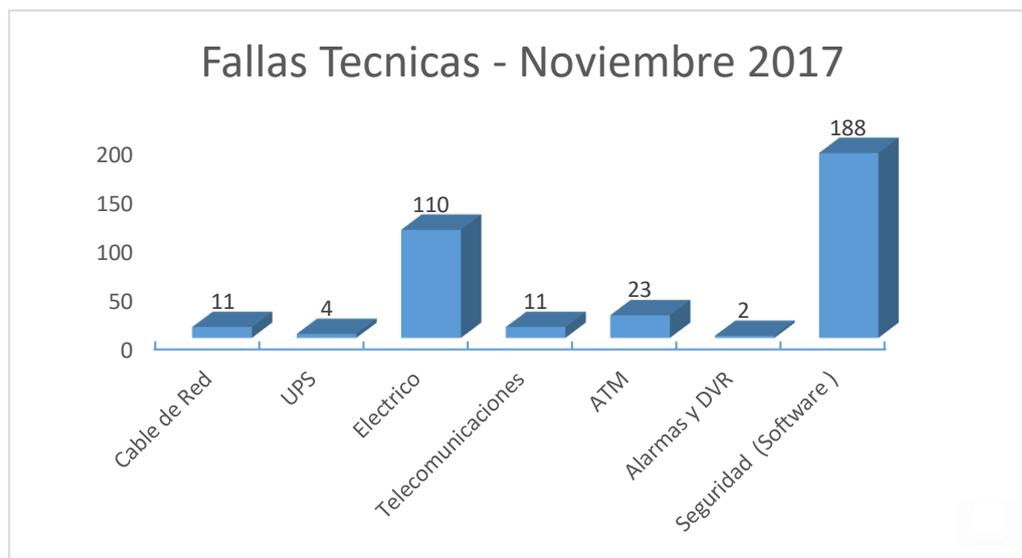


Figura 1. Fallas Técnicas en Cajeros Automáticos tipo Isla del BBVA continental en Noviembre 2018.

Gestión de Canales Tecnológicas BBVA.

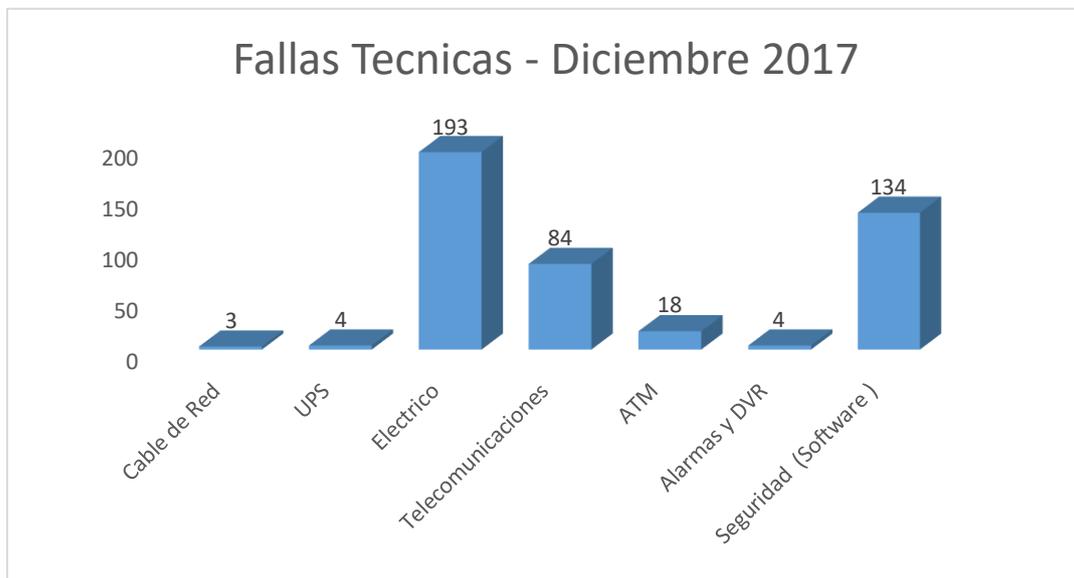


Figura 2. Fallas Técnicas en Cajeros Automáticos tipo Isla del BBVA continental en Diciembre 2017.
Gestión de Canales Tecnológicas BBVA.

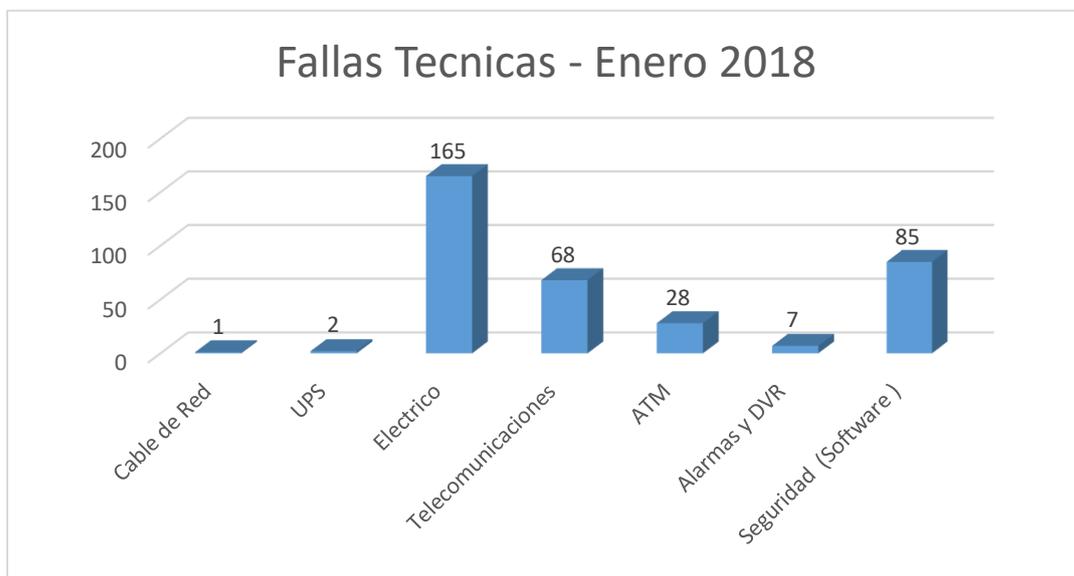


Figura 3. Fallas Técnicas en Cajeros Automáticos tipo Isla del BBVA continental en Enero 2018.
Gestión de Canales Tecnológicas BBVA

De las figuras 1, 2 y 3 se observa un mayor valor en los números de fallas técnicas en las áreas de *Electricidad y Seguridad (Software)* con respecto a las demás.

Los analistas del BBVA Continental Ante la pérdida de gestión y monitoreo con un Cajero Automático, realizan un diagnóstico para detectar el origen de la falla técnica, para ello utilizan los recursos al alcance, por ejemplo: Log's de Router y Switch, ultimas graficas de transmisión de datos, pruebas de conectividad Ping a los equipos con tarjeta de red dentro del Cajero, etc.

El diagnóstico para detectar el origen de la falla técnica, se rige por el siguiente proceso basado en niveles de descartes de eventos más comunes.

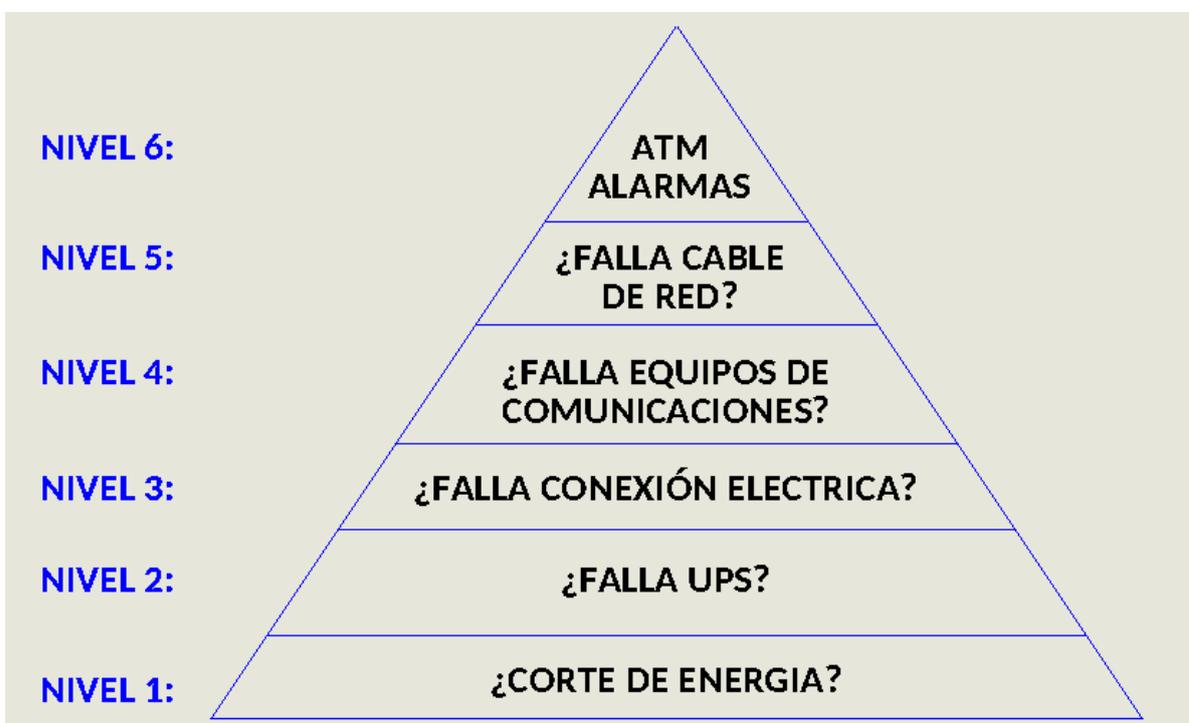


Figura 4: Pirámide de niveles de descartes de Fallas técnicas.

Fuente: Elaboración propia.

Se observa de la figura 4, los 3 primeros niveles de fallas técnicas están asociados a *problemas Eléctricos*.

Para resolver este problema se propone diseñar un sistema que permita conocer de manera remota el estado de conexión de los equipos internos de los cajeros automáticos, mediante la adquisición de señales eléctricas críticas y enviar un mensaje de texto SMS conteniendo la información procesada a un centro de monitoreo.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

El Área de Gestión de Canales del BBVA continental, encargada del registro y gestión de envío de personal de seguridad que realiza el acompañamiento al personal de soporte técnico. Indica que se tiene un número promedio de visita técnicas previas para dar solución total al Cajero automático. En la tabla 2 se muestran valores promedio de atenciones técnicas previas que se realizan para hallar el origen de la falla técnica.

Tabla 2

<i>Atenciones reiteradas por Falla técnica en Cajeros Automáticos</i>	
Tipos de Fallas	Nº Max. Atenciones previas
Cableado Red	4
UPS	2
Eléctrica	2
Equipos Comunicaciones	3
ATM	5
Equipos de seguridad alarmas	5

Fuente: Gestión de canales BBVA Continental

Diseñar un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos utilizando tecnología GSM (Sistema global para las comunicaciones móviles) aumentará significativamente la eficiencia en el diagnóstico del análisis para detección del origen de la falla técnica, por lo que reducirá número y costos de visita técnicas periódicas en sitio.

1.3 DELIMITACION DEL PROYECTO

1.3.1 TEORICA

Para la delimitación de recursos tecnológicos en el presente proyecto se utilizaron dispositivos como Microcontrolador Atmega 328P, Modulo Sim900, módulo RTC, lenguaje C++, Shield Ethernet W5100, simulación Isis Proteus 7.8 y software de diseño PCB ARES.

1.3.2 TEMPORAL

El presente trabajo de investigación comprende el periodo desde setiembre del 2017 a febrero 2018.

1.3.3 ESPACIAL

La prueba del diseño del proyecto se realizó en *Laboratorios de ATM* de ubicado en el sótano 2 del Edificio de la sede principal del BBVA continental, ubicado en el distrito de San Isidro en el Departamento de Lima-Perú.

1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA

1.4.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo diseñar un sistema de telemetría utilizando tecnología GSM y protocolo ModBus, para obtener variables eléctricas en cajeros automáticos del BBVA continental?

1.4.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

- a) ¿Cómo diseñar un módulo electrónico para monitorear parámetros eléctricos en de los cajeros automáticos del BBVA Continental?
- b) ¿cómo diseñar un módulo electrónico emisor y receptor de parámetros eléctricos de un cajero automático del BBVA Continental utilizando tecnología GSM?
- c) ¿Cómo Diseñar el sistema para el envío de parámetros eléctricos de cajeros automáticos a los servidores del BBVA Continental mediante protocolo ModBus?

1.5 OBJETIVO

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de telemetría utilizando tecnología GSM y protocolo ModBus, para obtener variables eléctricas en cajeros automáticos del BBVA continental.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Diseñar un módulo electrónico para monitorear parámetros eléctricos dentro de los cajeros automáticos del BBVA Continental.
2. Diseñar un módulo electrónico para la emisión y recepción de parámetros eléctricos de un cajero automático del BBVA Continental utilizando tecnología GSM.
3. Diseñar el sistema para el envío de parámetros eléctricos de cajeros automáticos a los servidores del BBVA Continental mediante protocolo ModBus.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

2.1.1 ANTECEDENTES NACIONALES

Romero, D (2015) *Diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos basado en tecnología GSM para un riogenerador PUCP.*

Se comprobó de forma satisfactoria que el programa ejecutado por el microcontrolador transmite los comandos necesarios para enviar mensaje de texto, conectarse a internet y realizar peticiones de acceso a una página web. Además, en cada petición realizada se adjuntaron los valores almacenados en sus variables obtenidas a partir de la simulación de sensores.

Se generó una alarma hacia un teléfono celular por medio de un mensaje de texto, en el cual se indicaba que la puerta se encontraba abierta. Por practicidad se eligió simular el estado del detector de apertura de la puerta realizando un cambio de voltaje de 5VDC a 0VDC en el pin PB3 del microcontrolador.

Bocanegra R. (2012). *“Desarrollo de una aplicación web para el monitoreo de vehículos con dispositivos GPS que comercializa una empresa de telecomunicaciones”.*

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación aplicada fue alcanzado, debido a que producto del trabajo realizado a través del proceso de desarrollo de la presente investigación, se implementó una solución web de monitoreo vehicular que da servicio a múltiples clientes sin necesidad de instalaciones personales, solo con el uso de un navegador web, los usuarios pueden gozar de las más representativas funcionalidades que una solución de monitoreo puede brindar de manera inmediata. Actualmente el sistema cuenta con 95 clientes y 200 unidades transmitiendo todos los días, siendo la principal herramienta de monitoreo de muchas de ellas.

En la presente investigación, se llegó a conocer de manera más profunda los términos y conceptos que engloba el servicio de monitoreo vehicular, así mismo se conceptualizó las principales definiciones del proceso de monitoreo vehicular. Por lo tanto, el objetivo específico de la presente investigación que era conocerlos conceptos más importantes del servicio de monitoreo vehicular fue logrado.

2.1.2 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cornejo, A (2010) En su trabajo de investigación: *Diseño e implementación de un sistema de telemetría utilizando tecnología GSM; para el monitoreo de los parámetros de temperatura, presión de aceite, velocidad de giro del motor y velocidad de desplazamiento de un vehículo Chevrolet Optra 2008*, se concluye lo siguiente:

Para la etapa de adquisición de datos del vehículo es muy importante conocer el tipo de señal que proporciona el sensor del parámetro que se desea

obtener, ya que el tratamiento por medio del microcontrolador es diferente en una señal analógica o en una de tipo digital; además hay que tomar en cuenta que en vehículos existen distintos tipos de ruidos que podrían ocasionar distorsiones en las señales recibidas en nuestra unidad y por ende una lectura errónea de los parámetros monitoreados; para evitar este inconveniente utilizamos cables apantallados utilizados para aplicaciones automotrices.

Se comprobó de forma satisfactoria que el programa ejecutado por el microcontrolador transmite los comandos necesarios para enviar mensajes de texto, conectarse a Internet y realizar peticiones de acceso a una página web. Además, en cada petición realizada se adjuntaron los valores almacenados en sus variables obtenidas a partir de la simulación de los sensores.

Oyarce A (2009) *Implementación del protocolo ModBus sobre una tarjeta de desarrollo para su uso sobre una red GSM con enfoque en telemetría.*

El tema de la telemetría es demasiado amplio como para abarcar todas las soluciones y posibilidades en un solo trabajo. Sin embargo, se logró crear un módulo simple y robusto en cuanto a seguridad como para lograr todo el abanico de conexiones que se deseen.

Mediante el uso del protocolo ModBus, fue posible no sólo tener un sistema de Telemetría, sino que además uno de Telecontrol, permitiendo manejar registros los cuales a su vez manejan actuadores, como son bombas, motores, etc.

Tigor Hamonangan (2017) en su trabajo de investigación *Prototipo de control de electrodomésticos mediante el módulo GSM y Arduino*, obtuvo como conclusión del diseño del prototipo realizado, se puede ver que el prototipo funcionó como se esperaba. Mediante el uso de SIM900 GPRS/Módulo GSM y Arduino, se puede diseñar un módulo de relé controlado por SMS. Los prototipos también pueden proporcionar mensajes de retroalimentación del comando dado anteriormente. Además, estos prototipos se pueden aplicar para controlar el equipo eléctrico real.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 CAJERO AUTOMATICO

Es una máquina dispensadora de dinero, activadas mediante una tarjeta y una clave secreta personal del usuario, para realizar operaciones y gestiones en su cuenta bancaria.

El Cajero Automático cuenta con fácil acceso, ya que son instalada en la misma oficina de la entidad bancaria, sin embargo, por su autonomía existes cajeros automático tipo ISLAS que pueden ser instalados en lugares distantes a la oficina, por ejemplo: Centro comerciales, empresas de terceros, vía pública, estaciones de servicios, en zonas rurales el cual emplean como fuente baterías y paneles solares.

Para su instalación, el lugar debe cumplir con los siguientes requisitos técnicos:

- **Comunicaciones:** El cajero automático debe estar situado en una zona con alcance de alguna red de comunicaciones, al conectarse a dicha red, permite que el cajero automático tenga constante comunicación en la red interbancaria así mismo con la sede principal de la entidad bancaria correspondiente, esto permite monitorear y controlar a distancia.
- **Seguridad:** Los cajeros automáticos deben estar situados en zonas donde sea fácil el acceso a personal de seguridad ya sea por activación de alguna alarma, abastecimiento de dinero, o atenciones técnicas.
- **Comercio:** Se denomina a la actividad socioeconómica que consiste en el intercambio de algunos materiales que sean libres en el mercado de compra y venta.

Ante ello un Cajero Automático debe estar situado en dicho comercio, para facilidades de accesibilidad por el usuario. En Cuenta con dispositivos de comunicaciones, seguridad y computadora en su interior.

2.2.2 ATM

De las siglas en ingles de Automated teller Machine, es decir Cajero Automático. Es un dispositivo de telecomunicaciones electrónicas que permite al cliente de la entidad bancaria realizar transacciones y gestiones financieras, como depósitos, retiros en efectivo, pago de servicios, etc. Según la *ATM Industry association (ATMIA)* existe cerca de 3.5 millones de cajeros automáticos instalados alrededor del mundo.

El ATM generalmente está compuesto por los siguientes dispositivos:

- **CPU:** Permite el control del interfaz de usuario y dispositivos de transacción.
- **LECTORA:** utilizado para la lectura de tarjetas magnéticas o chip para identificación del cliente.
- **BOVEDA:** Almacena las partes de la maquinaria que requieren acceso restringido.
- **PANTALLA:** Utilizada por el cliente como medio de interacción con el interfaz.
- **PIN PAD:** Generalmente cerca a la pantalla, utilizado para seleccionar diversos aspectos de la transacción, actualmente algunos ATM pueden realizar estas funciones mediante pantallas Touch.

2.2.3 EQUIPOS DE COMUNICACIONES

Los equipos de comunicaciones permiten la interconexión entre cajeros y la sede principal de la entidad bancaria (red interbancaria), así mismo conectar los diferentes equipos situados en el interior de un cajero automático (Red local). Esto permite la administración, monitoreo y control a distancia.

Si las redes dejan de funcionar, los cajeros automáticos pierden comunicación con la sede principal de la bancaria, ante ello se activan protocolos de seguridad que permite la protección y resguardo de los bienes hasta retomar conectividad.

- **MODEM:**

Dispositivo electrónico encargado de convertir señales análogas a digitales y viceversa. Permite la comunicación entre diferentes equipos de telecomunicaciones- a través de la línea telefónica o del cable-modem. Sirve para enviar la señal modulada mediante otra señal llamada "portadora".

- **ROUTER:**

Para Bembibre Victoria (2009) Es un dispositivo de hardware que permite la interconexión de ordenadores en red. El **router** o enrutador

es un dispositivo que opera en capa tres de nivel de red del modelo OSI. Así, permite que varias redes u ordenadores se conecten entre sí y, por ejemplo, compartan una misma conexión de Internet. Un router se vale de un protocolo de enrutamiento, que le permite comunicarse con otros enrutadores o en caminadores y compartir información entre sí para saber cuál es la ruta más rápida y adecuada para enviar datos.

- **SWITCH**

Es un dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que operan en la capa de Enlace de Datos del modelo OSI. Su función es interconectar dos o más equipos de red, de manera similar a los puertos de red, pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red y eliminando la conexión una vez finalizada esta.

Los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples tramos de una red, fusionándolos en un asola red. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red y solo retransmiten la información hacia los tramos en los que hay el destinatario de la trama de red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las redes de área local (LAN).

2.2.4 EQUIPOS DE SEGURIDAD

- **SENSORES MAGNETICOS:**

Para Josef Janisch (julio de 2007) Los sensores magnéticos detectan una variación en el campo magnético en respuesta a variación e algunas magnitudes físicas. Están basados en el efecto hall, por lo que se conocen como sensores de efecto hall.

Se caracterizan principalmente por ser dispositivos de estado sólido, no tener partes móviles, compatibilidad con otros circuitos analógicos y digitales, margen de temperatura amplia, buena respetabilidad y frecuencia de funcionamiento relativamente alta (100kHz). (Lezama, E. 2005. p, 106)

Entre sus aplicaciones más comunes es en el entorno de seguridad, en la detección de apertura de compartimientos, bóvedas, puertas, etc. Se detalla su uso en la figura 5.

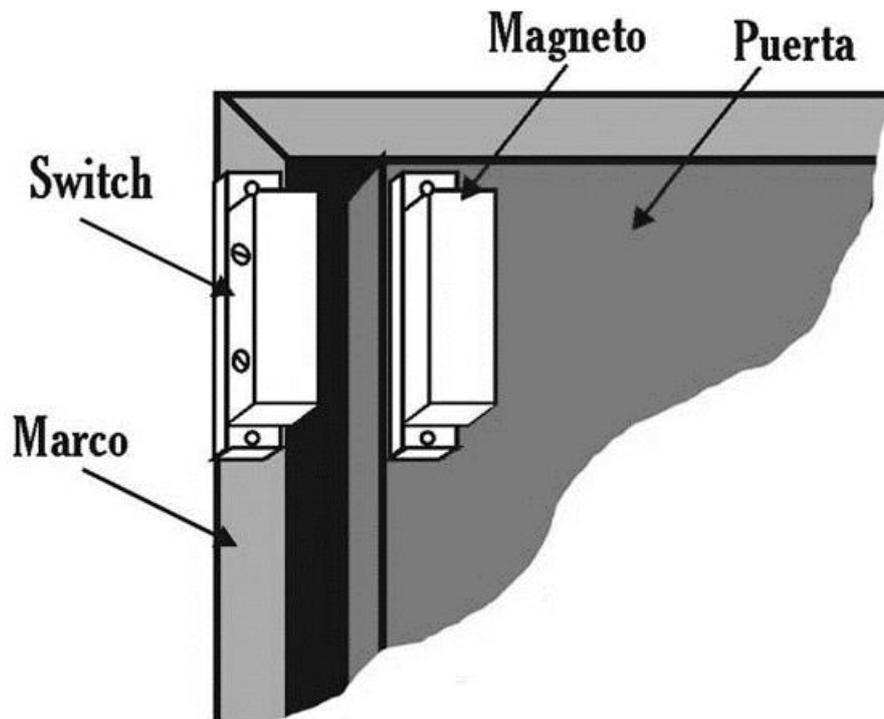


Figura 5. Aplicación del Sensor magnético en compartimientos. www.inductivesensor.cc

- **DVR**

De las siglas en inglés *Digital Videos Recorder*, es un dispositivo electrónico de grabación de video en formato digital. Se compone, por una parte, del *hardware*, que consiste principalmente de juegos de cámaras y un disco duro de gran capacidad, un microprocesador y los buses de comunicación. Por otra parte, del *software* que proporciona diversas funcionalidades para el tratamiento de secuencias de videos recibidas, acceso a guías de programación y búsquedas avanzadas de contenidos.

- Para la transmisión de las transacciones entre los ATM y el equipo grabador VX-ATM se utiliza la red local existente.
- No es necesario conectar cables específicos entre cada ATM y el grabador
- Las transacciones se pueden grabar a medida que se producen y con el formato deseado, ya que la aplicación de transmisión de transacciones es independiente.
- Para su función de video vigilancia dispone del software necesario para funcionar y no es necesario instalar ningún paquete adicional. Para su función de control de transacciones, sin embargo, sí es necesario que el fabricante del software del ATM siga las indicaciones del protocolo POS-HTTP que proporcionamos para que la máquina pueda transferir las transacciones al equipo a través de la red local.

Se detalla su uso en la figura 6.

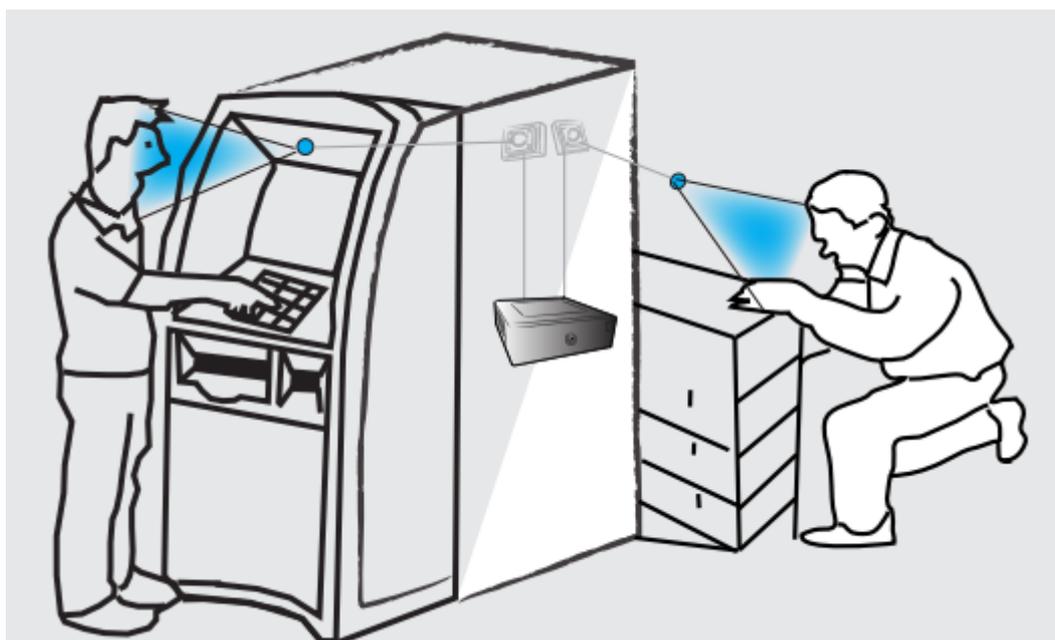


Figura 6. Distribución espacial del DVR y cámaras en Cajeros Automáticos.

Fuente: www.visual-tools.com

- **UPS**

Para Leandro Alegsa (2018) Un UPS es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir dando energía a un dispositivo en el caso de interrupción eléctrica. Los UPS son llamados en español SAI (Sistema de alimentación ininterrumpida). UPS significa en inglés Uninterruptible Power Supply.

Los UPS suelen conectarse a la alimentación de las computadoras, permitiendo usarlas varios minutos en el caso de que se produzca un corte eléctrico. Algunos UPS más avanzados también ofrecen aplicaciones que se encargan de realizar ciertos procedimientos automáticamente para los casos en que el usuario no esté presente y se corte el suministro eléctrico.

Componentes típicos de los UPS

* **Rectificador/cargador:** rectifica la corriente alterna de entrada, proveyendo corriente continua para cargar la batería. Desde la batería se alimenta el inversor que nuevamente convierte la corriente en alterna. Cuando se descarga la batería, ésta se vuelve a cargar en un lapso de 8 a 10 horas, por este motivo la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería necesaria.

* **Batería:** se encarga de suministrar la energía en caso de interrupción de la corriente eléctrica. Su capacidad, que se mide en Amperes Hora, depende de su autonomía (cantidad de tiempo que puede proveer energía sin alimentación).

* **Inversor:** transforma la corriente continua en corriente alterna, la cual alimenta los dispositivos conectados a la salida del UPS.

* **Conmutador (By-Pass)** de dos posiciones, que permite conectar la salida con la entrada del UPS (By Pass) o con la salida del inversor.

2.2.5. TELEMETRÍA

Los sistemas de telemetría permiten capturar magnitudes físicas, procesarlas y enviarlas a distancia mediante algún medio de comunicación inalámbrica (ondas de radio, redes celulares, satélite, etc.). Esta información es recibida por el centro de control que interpretan y actúan sobre el objeto monitoreado.

La telemetría es utilizada en diversos campos tales como plantas químicas, redes de suministro eléctrico, submarinos, drones, aviones de reconocimiento, satélites entre otros.

2.2.6. BATERÍA

Para Restrepo Andre (2018) La batería es un dispositivo que almacena energía en forma electroquímica y es la más ampliamente usada para almacenar energía en una variedad de aplicaciones. Existen dos tipos básicos de baterías:

Batería primaria: su reacción electroquímica es irreversible, es decir, después de que la batería se ha descargado no puede volver a cargarse.

Batería secundaria: Su reacción electroquímica es reversible, es decir después de que la batería se ha descargado puede ser cargada inyectándole corriente continua desde una fuente externa. Su eficiencia en un ciclo de carga y descarga está entre el 70% y 80%.

En general el funcionamiento de una batería, se basa en una celda electroquímica. Las celdas electroquímicas tienen dos electrodos: El Ánodo y el Cátodo. El ánodo se define como el electrodo en el que se lleva a cabo la oxidación y el cátodo donde se efectúa la reducción. Los electrodos pueden ser de cualquier material que sea un conductor eléctrico, como metales, semiconductores. Para completar el circuito eléctrico, las disoluciones se conectan mediante un conductor por el que pasan los cationes y aniones, conocido como puente de sal (o como puente salino). Los cationes disueltos (K^+) se mueven hacia el Cátodo y los aniones (Cl^-) hacia el Ánodo para que las

disoluciones de neutralicen. La corriente eléctrica fluye del ánodo al cátodo porque existe una diferencia de potencial eléctrico entre ambos electrolitos. En la figura 7, se observa el principio básico de una batería, así como el flujo de electrones a través de los terminales Cátodo o Ánodo.

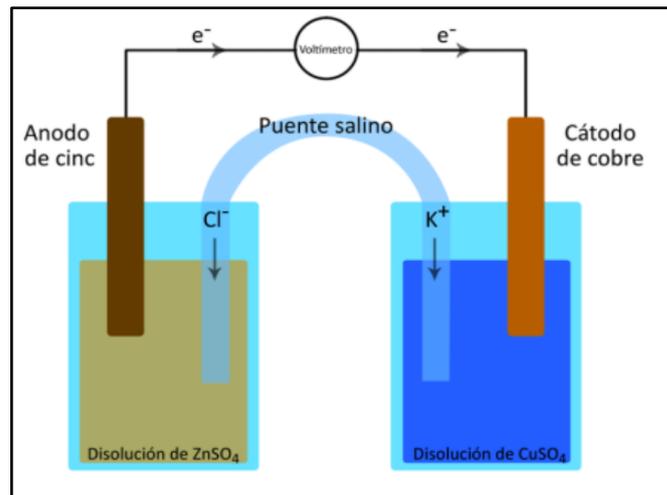


Figura 7. Funcionamiento de una batería.

Fuente: Elaboración propia.

Tres características que definen una batería:

- ✓ La cantidad de energía que puede almacenar: El número de Wh puede calcularse multiplicando el valor del voltaje nominal por el número de Ah.
- ✓ La máxima corriente que puede entregar (descarga): Se especifica como un número fraccionario, por ejemplo, para $C=200[\text{Ah}]$ una de tipo $C/20=10\text{A}$ quiere decir que la batería puede entregar 10A por 20 horas.

- ✓ La profundidad de descarga que puede sostener: Representa la cantidad de energía que puede extraerse de una batería. Este valor está dado en forma porcentual.

2.2.7 TECNOLOGÍA GSM

Para Siegmund M. (1995) Formalmente conocida como *Global System for Mobile communications* es una norma mundial para teléfonos móviles digitales creado por la CEPT y posteriormente desarrollado por el ETSI como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo (aún en desarrollo) y es el estándar predominante en Europa, así como el mayoritario resto del mundo.

GSM tiene cuatro versiones principales basadas en las bandas: GSM-850, GSM-900, GSM-1800 y GSM-1900, GSM-900 (900 MHz) y GSM-1800 (1,8 GHz) son utilizadas en la mayor parte del mundo, salvo en Estados Unidos, Canadá y el resto del América Latina, lugares en los que se utilizan las bandas de GSM-850 y GSM-1900 (1,9GHz), ya que en EE.UU. las bandas de 900 y 1800 MHz están ya ocupadas para uso militar. Inicialmente, GSM utilizó la frecuencia de 900 MHz, pero tras su rápida expansión, pronto se saturó el espacio radioeléctrico entorno a esa frecuencia por lo que las redes de telecomunicación pública empezaron a utilizar las frecuencias de 1800 y 1900 MHz, con lo cual es habitual que los equipos móviles de hoy en día sean tribanda.

El único servicio ofrecido por GSM y que no se encuentra en los sistemas analógicos más antiguos es el que realmente nos interesa para este proyecto, el servicio de mensajes cortos o SMS (*Short Message Service*). SMS es un servicio bidireccional para mensajes alfanuméricos cortos (hasta 160 bytes). En la figura 8 se muestra la arquitectura de una red GSM y sus principales componentes.

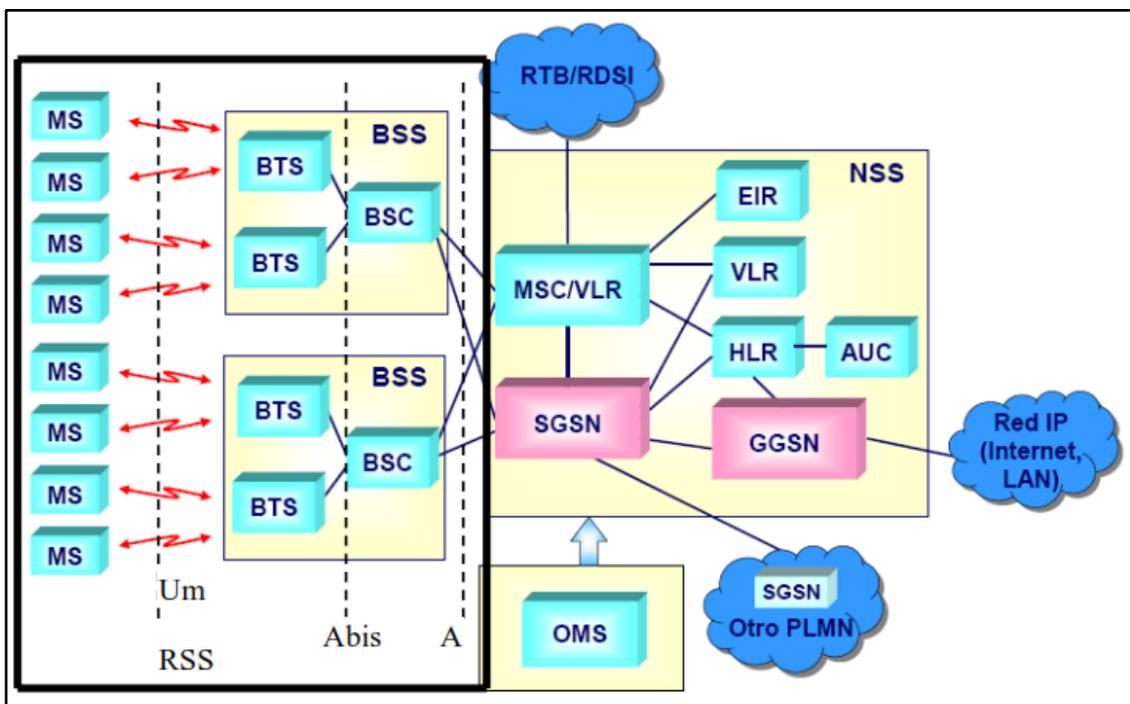


Figura 8. Arquitectura de una red GSM.
Recuperado de <http://bibing.us.es>

2.2.8 SHORT MESSAGE SERVICE - SMS

El servicio SMS (*Short message service*) permite transferir un mensaje de texto corto (160 caracteres) entre una estación móvil y otra entidad a través de un centro de servicio. El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil y la entidad. La entidad puede ser otra estación móvil o puede

estar situado en una red fija. En el caso de envío de mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles como se observa en la figura 9.

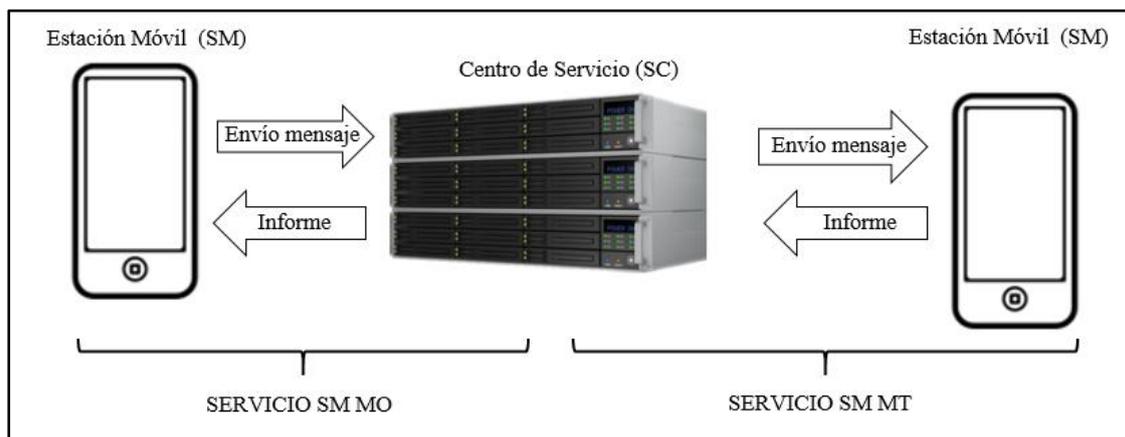


Figura 9. Proceso de transmisión de un mensaje de texto SMS entre dos terminales móviles.
Fuente: Elaboración propia.

✓ SM MT (Short Message Mobile Terminated Point-to-Point). Servicio de entrega de un mensaje desde el SC hasta una MS, la respuesta es un informe de lo obtenido.

SM MO (Short Message Mobile Originated Point-to-Point). Servicio de entrega de un mensaje desde una MS hasta un SC, la respuesta es un informe de lo obtenido.

2.2.9 COMANDOS AT

Para Terrones Marco (2017) Proviene de la palabra “Atención”, es un lenguaje desarrollado por la compañía Hayes Communications en 1977, el cual es un estándar abierto de comunicación humano - MODEM. Toda transacción comienza con las letras “AT” y a continuación de una acción que se encuentran definidas en

un juego de instrucciones, los equipos procesan esta información y devuelven un resultado.

El lenguaje ha sido diseñado para configurar MODEM'S, los equipos GSM han adoptado muy bien estos comandos, por lo que la gran mayoría de celulares poseen un juego de instrucciones con la cual se realizan ejecuciones mediante el equipo, es decir es posible realizar llamadas y enviar mensajes SMS.

Debido a que los servicios que se pueden utilizar mediante comandos AT se extendieron razonablemente, se realizó una ampliación, sumando nuevos comandos. Estos nuevos comandos comienzan con los caracteres AT+, y se denominan comandos AT+. Alguno de los comandos utilizados en este proyecto se describen la en la tabla 3.

Tabla 3

Lista de comandos AT más utilizados para envíos de SMS por el módulo SIM900.

Comando	Descripción
AT	Verifica si el módulo SIM900 está funcionando adecuadamente para entrar en modo comando. Al enviar AT el SIM deberá responder con un "OK".
AT+CGMI	Retorna el nombre del fabricante
ATI	Retorna la información del producto.
AT+IPR=?	Retorna el Baud Rate que puede operar el SIM
AT+IPR?	Retorna el Baud Rate actual
AT+IPR=XXXX	Configura la frecuencia deseada
AT+COPS?	Retorna el nombre de la compañía telefónica
AT+CGSN	Visualiza el IMEI del chip utilizado
AT+CSCS?	Selecciona el tipo de texto
AT+CSCS="XXX"	Configura a tipo de texto
AT+CMGF?	Retorna formato de un mensaje, ya sea PDU(0) o SMS(1)"
AT+CMGS=04455XXXXXXXXXX	Envía un SMS. El módulo reconoce Ctrl+Z y retorna "OK" si el SMS se envió correctamente.
AT+CMGL=ALL	Retorna todos los mensajes que han llegado al SIM
ATD04455XXXXXXXXXX;	Ejecuta una llamada a cualquier teléfono móvil, el teléfono deberá estar en formato internacional.
ATA	Contesta una llamada
ATH	Cuelga una llamada
AT+CPAS	Retorna el estado del MÓDEM.
AT+CSQ	Retorna la calidad de la señal.
AT+CMCF	Selecciona el formato de los mensajes SMS (Modo texto o modo PDU)
AT+CMGR	Lee un mensaje SMS almacenado.
AT+CMGS	Envía mensaje SMS

Nota Fuente: UbiNetics (2001)

2.2.10 MICROCONTROLADORES

Los microcontroladores son computadores digitales integrados en un chip que cuenta con un microprocesador o unidad de procesamiento central (CPU), una memoria para almacenar el programa, una memoria para almacenar datos y puestos de entrada/salida. A diferencia de los microprocesadores de propósito general, como los que usan en los computadores PC, los microcontroladores son unidades autosuficientes y económicas.

El funcionamiento de los microcontroladores está determinado por el programa almacenado en su memoria. Este puede escribirse en distintos lenguajes de programación, sin embargo, los microcontroladores sólo procesan datos binarios, la transformación de lenguaje de programación a datos binarios lo realizan el compilador y el grabador de datos. Además, la mayoría de los microcontroladores actuales pueden reprogramarse repetidas veces.

Para Jostein Svendsli (2003) Los microcontroladores incorporan, principalmente, una Unidad Lógica Aritmética (ALU), memoria del programa, memoria de registros y pines I/O. La ALU es la encargada de procesar los datos dependiendo de las instrucciones que se ejecuten, mientras que los pines son los que se encargan de comunicar al microcontrolador con el medio externo; la función de los pines puede ser de transmisión de datos, alimentación de corriente para el funcionamiento de este o pines de control específico.

2.2.10.1 ATMEGA 328P

El Atmega328 AVR 8-bit es un Circuito integrado de alto rendimiento que está basado en un microcontrolador RISC, combinando 32 KB ISP flash una memoria con la capacidad de leer-mientras-escribe, 1 KB de memoria EEPROM, 2 KB de SRAM, 23 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de proceso general, tres temporizadores flexibles/contadores con modo de comparación, interrupciones internas y externas, programador de modo USART, una interface serial orientada a byte de 2 cables, SPI puerto serial, 6-canales 10-bit Conversor A/D (8-canales en TQFP y QFN/MLF packages), “watchdog timer” programable con oscilador interno, y cinco modos de ahorro de energía seleccionables por software. El dispositivo opera entre 1.8 y 5.5 voltios. Por medio de la ejecución de poderosas instrucciones en un solo ciclo de reloj, el dispositivo alcanza una respuesta de 1 MIPS, balanceando consumo de energía y velocidad de proceso.

La distribución de pines se detalla en la figura 10 y tabla 4.

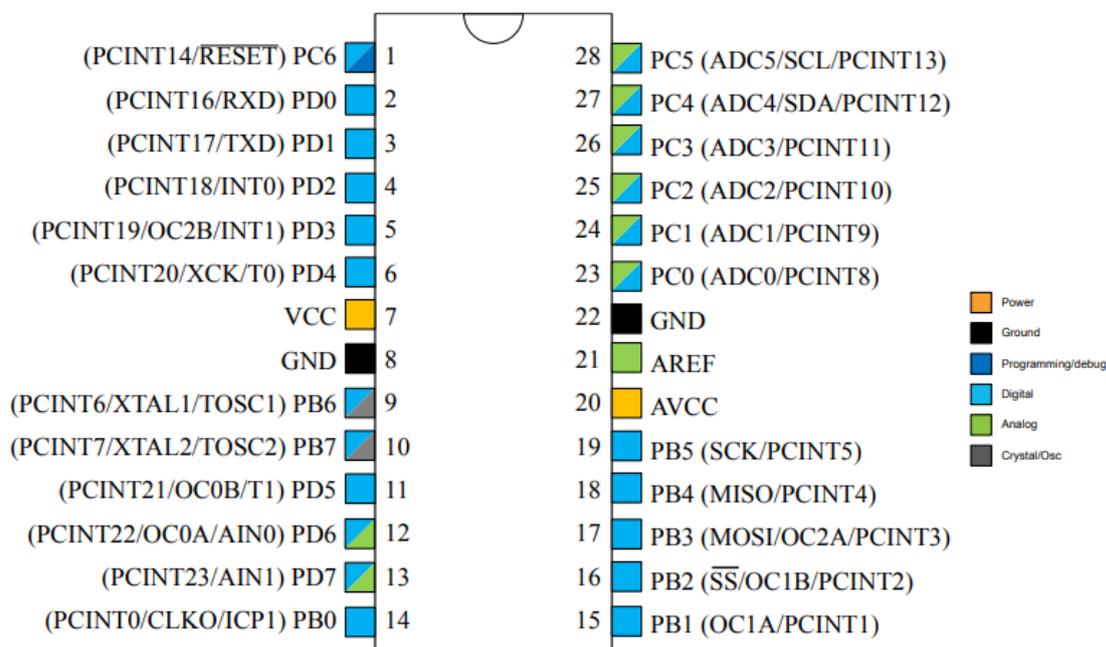


Figura 10. Descripción de pines del Microcontrolador ATMEGA 328P.

Fuente: www.microchip.com

Tabla 4

Datos más relevantes del Microcontrolador ATMEGA 328P

Características	Descripción
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de Salida (limites)	6-20V
Pines digitales I/O	14 (6 para PWM Salida)
Pines de entrada análoga	6
Corriente por Pines I/O	40 mA
Corriente para 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328), 0.5 KB usado para bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Frecuencia del Reloj	16 MHz

Fuente: Microcontroller Atmel 3289P Datasheet

2.2.11 SOFTWARE ARDUINO IDE

Según Poma Alex (2018) El software de código abierto Arduino IDE que significa "Integrated Development Environment" ("Entorno de Desarrollo Integrado") hace que sea fácil escribir código y subirlo a la pizarra. Se ejecuta en Windows, Mac OS X y Linux. El entorno está escrito en Java y está basado en Processing y otro software de código abierto.

Este software se puede usar con cualquier placa Arduino, además, tiene instalado como base el cargador de arranque (bootloader), el cual se ejecuta en el microcontrolador.



Figura 11. Portada referencial del Software ARDUINO IDE

Fuente: <https://www.arduino.cc/>

2.2.12 SIMULADOR ISIS PROTEUS

PROTEUS es un software de simulación para circuitos eléctricos tanto análogos como digitales, además de que te permite crear el layout del PCB y visualizarlo en 3D. Se compone en cuatro módulos principales:

- **ISIS:** es el encargado de realizar el modelo esquemático del circuito, para ello cuenta con una librería de más de 6,000 dispositivos tanto analógicos como digitales.
- **ARES:** se encarga de hacer la placa de circuito impreso (PCB) además de que puede posicionar automáticamente los componentes y hacer las pistas.
- **PROSPICE:** tal vez el componente más importante, pues se encarga de simular el comportamiento del circuito.
- **VSM:** Permite simular el comportamiento de un micro-controlador de las familias PIC, AVR, y otras, sólo le cargas el archivo HEX y PROTEUS lo simula, además puede interactuar con diferentes periféricos.

2.2.13 GSM SIM900

SIMCOM presenta un módulo SIM900-inalámbrica ultra compacta y fiable. Este es un módulo GSM/GPRS completa de cuatro bandas, en un tipo SMT y diseñado con un muy potente procesador de un solo chip integrado AMR926EJ-S,

lo que permite beneficiarse de pequeñas dimensiones y soluciones rentables.

Incorpora el protocolo por comandos AT+ para su uso.

Algunas de sus características son más relevantes son:

- ✓ Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz
- ✓ GPRS multi-slot clase 10/8
- ✓ GPRS estación móvil de clase B
- ✓ Cumple con la fase GSM 2/2 +
- ✓ Clase 4 (2 W @ 850/900 MHz)
- ✓ Clase 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)
- ✓ SAIC (Single Antenna Cancelación de Interferencia) de soporte
- ✓ Dimensiones: 24 x 24 x 3 mm
- ✓ Peso: 3,4 g
- ✓ Control a través de los comandos AT (GSM 07.07, 07.05 y SIMCOM mejorada Comandos AT)
- ✓ kit de herramientas de aplicaciones SIM
- ✓ Suministro rango de voltaje: 3,2 ... 4,8 V
- ✓ Bajo consumo de energía: 1.0mA (modo de reposo y BS-PA-MFRMS = 9)
- ✓ Temperatura de funcionamiento: -40 ° C a 85 ° C.

El SIM900 presenta un diseño muy compacto, el cual facilita al proyecto en ser fácil de instalar, como se muestra en la figura 12.

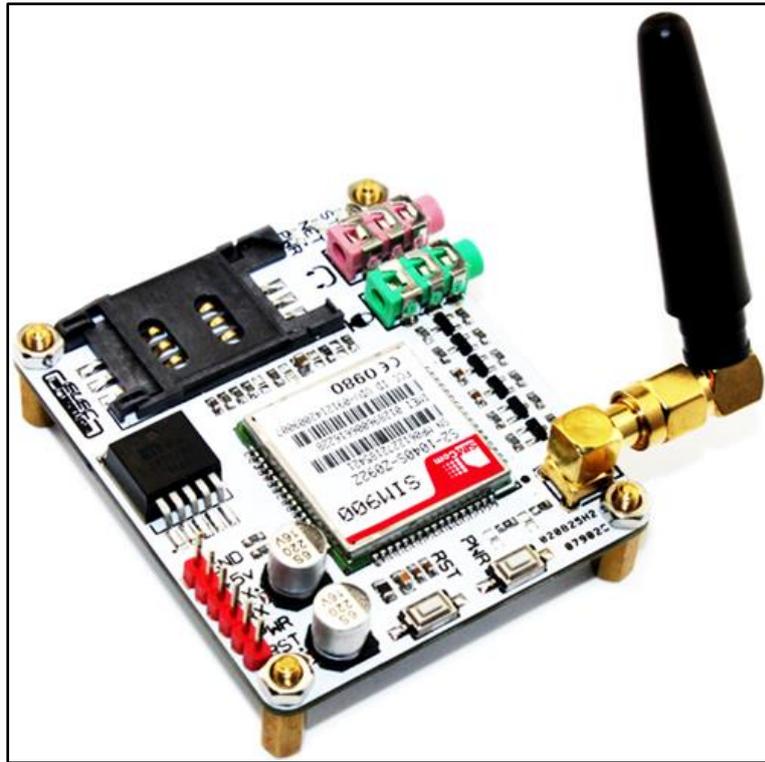


Figura 12. SIM900 en presentación modular.

Fuente: www.simcom.com

2.2.14 MODULO RELOJ RTC DS1307.

El DS1307 Real-Time-Clock Serie, es un dispositivo de bajo consumo de energía, completo con código binario decimal (BCD), reloj/calendario más 56 bytes de NV SRAM. Dirección y datos son transferidos a través de 2 hilos serie, bus bi-direccional. El reloj/calendario provee información de, segundos, minutos, horas, día, fecha, mes y año. El final de fecha de mes se ajusta automáticamente durante meses menores de 31 días, incluyendo correcciones para el año bisiesto. El reloj funciona en cualquiera formato de 24 horas o en 12 horas con indicador AM/PM. El DS1307 incorpora un circuito de sensor de tensión que detecta fallas de energía y cambia automáticamente al suministro de batería de respaldo.

CARACTERÍSTICAS

Reloj en tiempo real (RTC) Cuenta segundos, Minutos, horas, fecha del mes, día de la semana, y año con año bisiesto Compensación Válida hasta 2100.

- ° 56-Byte, con respaldo de batería, no volátil (NV) de RAM para almacenamiento de datos
- ° Interface Serie I2C.
- ° Onda-Cuadrada programable de la señal de salida.
- ° Detector Automático Fallo-Energía y Circuito Conmutación.
- ° Consume menos de 500nA en la batería -- Modo de copia de seguridad con el oscilador funcionando.
- ° Rango de temperatura Industrial Opcional: -40 ° C a +85 ° C
- ° Disponible en 8-Pin Plástico DIP o SO
- ° Reconocido Underwriters Laboratory (UL)

DIAGRAMA DE BLOQUE

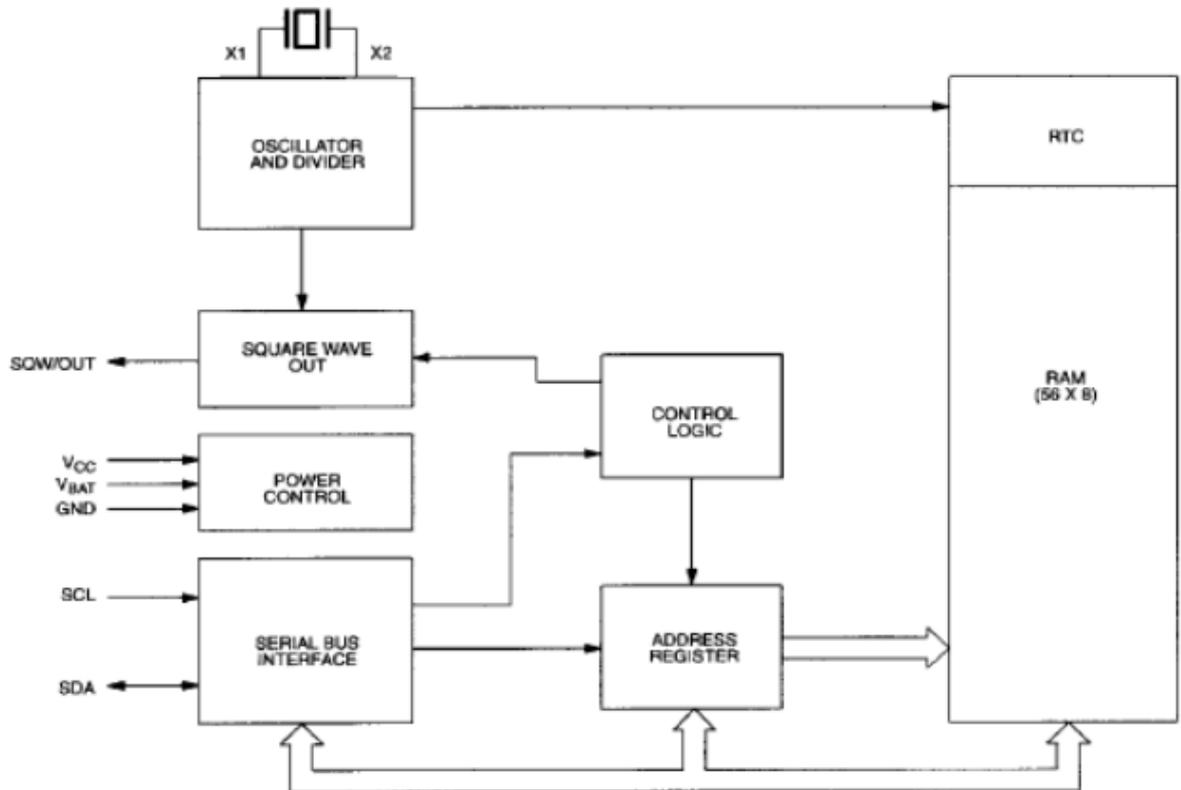


Figura 13, Diagrama de Bloques RTC Ds1307

Fuente: www.datasheets.maximintegrated.com

VCC, GND - La alimentación DC del dispositivo se ofrece en estos pines. VCC es entrada de +5 V. Cuando se aplican 5V dentro de límites normales, el dispositivo es totalmente accesible y los datos pueden ser escritos y leídos. Cuando una batería de 3V se conecta al dispositivo y VCC es inferior a 1,25 x VBAT, se inhiben lectura y escritura. Sin embargo, la función de la hora normal no se ve afectada por la baja tensión de entrada. Como VCC caiga por debajo de VBAT, la RAM y el cronometro se cambian a la fuente de energía externa (nominal 3.0V DC) en VBAT.

VBAT - Entrada de Batería para cualquier célula de litio estándar 3V u otra fuente de energía. El voltaje de la batería debe ser mantenido entre 2,0 V y 3,5 V para su correcto funcionamiento. La tensión nominal de protección de escritura punto de disparo en el cual el acceso al RTC y la memoria RAM de usuario es denegado, es fijado por el circuito interno como nominal $1,25 \times \text{VBAT}$. Una batería de litio con 48mAh o mayor mantendrá copia de seguridad del DS1307 durante más de 10 años en ausencia de energía a 25°C . Reconocimiento UL asegura contra inversión de corriente de carga cuando se utiliza junto con una batería de litio.

SCL (Serial Clock Input) - SCL se utiliza para sincronizar el movimiento de datos en la interfaz de serie.

SDA (Serial Data Input/Output) - SDA es el pin entrada/salida para el interfaz 2-hilos serie. El SDA es el pin de drenaje abierto, que requiere una RPA (Resistencia de Polarización a Alto externa).

SQW/OUT (Square Wave/controlador de salida) - Estando habilitado, el bit SQWE se fija en 1, el pin SQW/OUT es la salida de una de las cuatro frecuencias de onda cuadrada (1 Hz, 4 kHz, 8 kHz, 32 kHz). El pin SQW/OUT es de drenaje abierto y requiere una RPA (resistencia de polarización a alto externa). SQW/OUT funcionará con cualquiera Vcc o Vbat aplicada.

X1, X2 - Conexiones para un cristal de cuarzo estándar 32.768kHz. El circuito oscilador interno está diseñado para funcionar con un cristal con una

capacitancia de carga específica (CL) de 12.5pF. Para obtener más información sobre la selección de cristal y las consideraciones de diseño de cristal, por favor, consulte Aplicación de Nota 58, “Crystal Consideraciones con Dallas Real-Time Clocks.” El DS1307 también puede ser impulsado por un oscilador externo de 32.768kHz. En esta configuración, el pin X1 está conectado con el oscilador externo de la señal y el pin X2 está flotando. (RTC DS1307, 2009, producto)

Se detalla los pines de conexión en la figura 14.

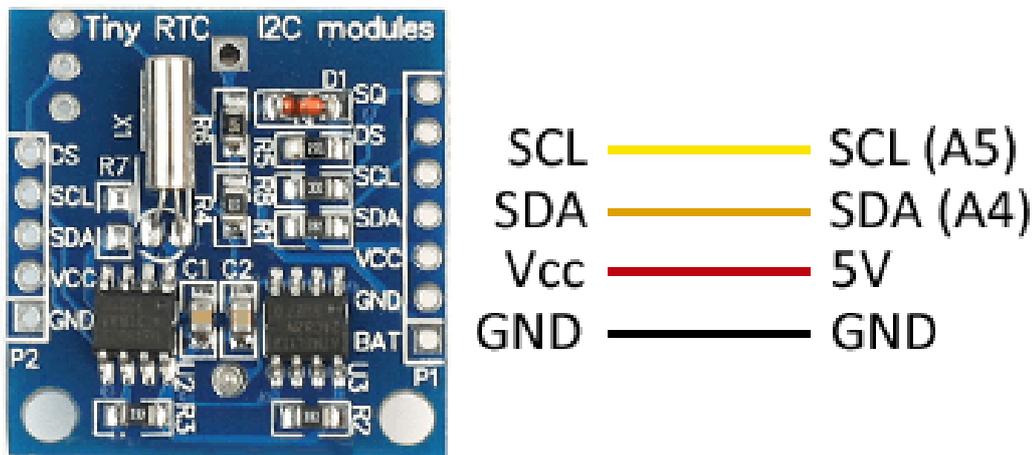


Figura 14: Pines Modulo RTC DS1307

Fuente: www.luisllamas.es

2.2.15 ETHERNET SHIELD W5100

El chip W5100 es un controlador Ethernet integrado con TCP / IP cableado que facilita las conexiones de Internet para sistemas integrados. W5100 se adapta a los usuarios que necesitan conectividad a Internet estable, pila TCP / IP, Ethernet 10/100 MAC y PHY. La pila TCP / IP cableada admite TCP, UDP, IPv4, ICMP, ARP, IGMP y PPPoE. Ha sido probado a través de varias aplicaciones durante muchos años. W5100 usa un búfer interno de 16 bytes como su memoria de comunicación de datos. Al usar W5100, los usuarios pueden implementar la aplicación Ethernet en lugar de un simple programa de socket. Es posible usar 4 conectores de hardware independientes simultáneamente. BUS (Direct e Indirect) y SPI (Serial Peripheral Interface) se proporcionan para una fácil integración con la MCU externa. (Wiznet, 2016. P, 4)

Características principales:

- Protocolos TCP / IP cableados: TCP, UDP, ICMP, IPv4, ARP, IGMP, PPPoE
- Motor de red de hardware no atacable para evitar ataques a la red, como inundaciones, falsificaciones e inyecciones
- Interfaz de host: bus directo / indirecto y interfaz periférica serial (MODO SPI 0, 3)
- 4 zócalo de hardware independiente

- Memoria interna de 16Kbytes para el procesamiento de paquetes TCP / IP
- 10BaseT / 100Base TX Ethernet PHY Embedded
- Soporte de auto negociación (full y half duplex, 10 y 100 basado)
- Soporte Auto-MDIX
- Operación de 3.3V con tolerancia de señal de E / S de 5V Salidas
- LED (TX, RX, dúplex / medio dúplex, colisión, enlace, velocidad)
- Paquete sin plomo 80LQFP (10x10mm)

Aplicaciones:

- Dispositivos de red doméstica: decodificadores, PVR, adaptadores de medios digitales.
- Serial a Ethernet: controles de acceso, pantallas LED, relés inalámbricos AP, etc.
- Paralelo a Ethernet: POS / Mini impresoras, copiadoras
- USB a Ethernet: dispositivos de almacenamiento, impresoras de red
- GPIO a Ethernet: Sensores de red doméstica
- Sistemas de seguridad: DVR, cámaras de red, quioscos
- Automatizaciones de fábrica y edificios
- Equipos de monitorización médica
- Servidores incrustados

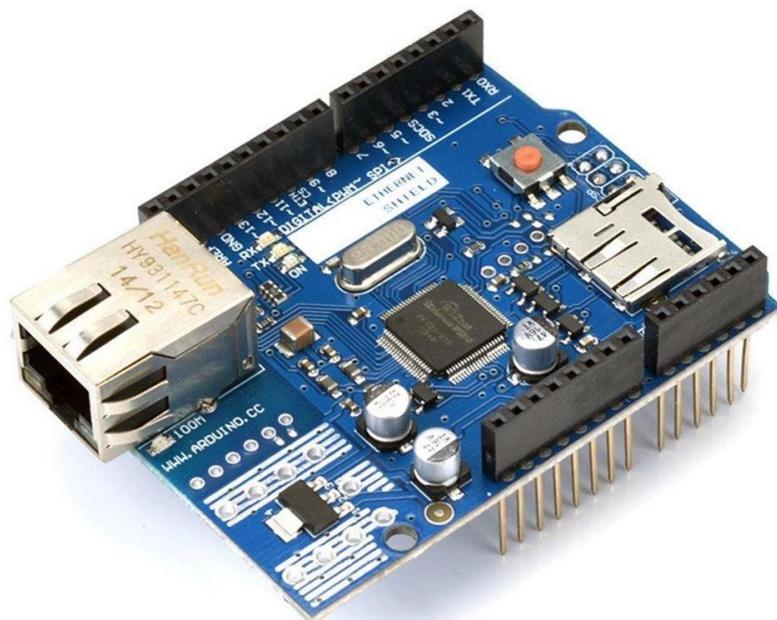


Figura 15: Shield Ethernet W5100

Fuente <http://www.wiznet.io/product-item/w5100/>

2.2.16 MODBUS TCP/IP

ModBus es un protocolo industrial que fue desarrollado en 1979 para hacer posible la comunicación entre dispositivos de automatización. Originalmente implementado como un protocolo al nivel de la aplicación con la finalidad de transferir datos por una capa serial, ModBus se ha expandido para incluir implementaciones a través de protocolo serial, TCP/IP y el User Datagram Protocol (UDP). Este documento ofrece una perspectiva detallada de la implementación del protocolo.

ModBus es un protocolo de solicitud-respuesta implementado usando una relación maestro-esclavo. En una relación maestro-esclavo, la comunicación siempre se produce en pares, un dispositivo debe iniciar una solicitud y luego esperar una respuesta y el dispositivo de inicio (el maestro) es responsable de iniciar cada

interacción. Por lo general, el maestro es una interfaz humano-máquina (HMI) o sistema SCADA y el esclavo es un sensor, controlador lógico programable (PLC) o controlador de automatización programable (PAC). El contenido de estas solicitudes y respuestas, y las capas de la red a través de las cuales se envían estos mensajes, son definidos por las diferentes capas del protocolo.

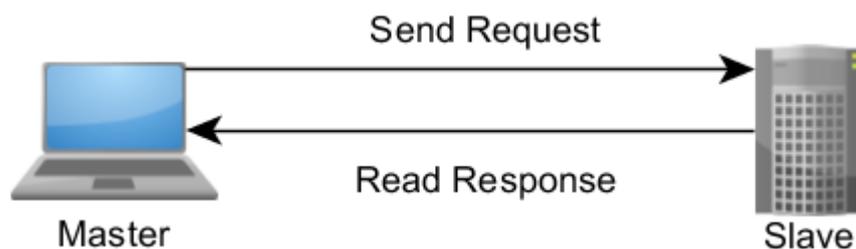


Figura 16. Una relación de Red Maestro-Esclavo
fuente: <http://www.ni.com>

En la implementación inicial, ModBus era un solo protocolo construido en base a serial, por lo que no podía ser dividida en múltiples capas. Con el tiempo, diferentes unidades de datos de aplicación fueron introducidas ya sea para cambiar el formato del paquete utilizado a través de serial o para permitir el uso de redes TCP/IP y UDP (User Datagram Protocol). Esto llevó a una separación del protocolo principal, el cual define la unidad de datos de protocolo (PDU) y la capa de red, que define la unidad de datos de aplicación (ADU).

Además de la funcionalidad definida en la PDU principal del protocolo ModBus, usted puede usar varios protocolos de red. Los protocolos más comunes son serial y TCP/IP, pero usted puede usar otros como UDP también. Para transmitir

los datos necesarios para ModBus a través de estas capas, ModBus incluye un conjunto de variantes ADU que son diseñadas para cada protocolo de red.

ModBus requiere ciertas características para proporcionar una comunicación confiable. El No. de Unidad o de Dirección es usado en cada formato de ADU para proporcionar información de enrutado a la capa de la aplicación. Cada ADU se vende con una PDU completa, la cual incluye el código de función y los datos asociados para una solicitud determinada. Para mayor fiabilidad, cada mensaje incluye la información de comprobación de errores. Finalmente, todas las ADUs proporcionan un mecanismo para determinar el comienzo y el final de un marco de solicitud, pero los implementa de manera diferente. (National Instrument, 2018, producto)

Formatos Estándares

TCP/IP

Las ADUs de TCP consisten en el Encabezado de Protocolo de Aplicación ModBus (MBAP) combinado con la PDU de ModBus. El MBAP es un encabezado de uso general que depende de una capa de red confiable. El formato de esta ADU, incluyendo el encabezado, se muestra en la Figura 17.



Figura 17. La ADU de TCP/IP

fuelle: <http://www.ni.com>

Estructura de los Mensajes ModBus

La estructura básica de una trama ModBus RTU, tanto de lectura como escritura, es la que se muestra a continuación en la figura 18.

Dirección Esclavo	Función ModBus	Bytes de Datos	Comprobación de Errores
1 Byte	1 Byte	N Bytes	2 Bytes

Figura 18: Estructura Trama Protocol ModBus

Fuente: <http://www.ni.com/>

Dirección Esclavo

Este campo hace referencia en el post anterior y que de manera directa limita el número de esclavos que podemos tener conectados de forma correcta al bus serie **ModBus**. Dado que existen direcciones reservadas para propósitos especiales como el broadcast el valor que puede ir de 1 a 247.

- Valor comprendido entre: 1-247.
- No se ve afectado por si se trata de una trama de escritura o lectura.

- Cuando el master pregunta al slave este campo contiene la dirección del slave al que va dirigido. Cuando se trata de una trama de respuesta de un slave al master este campo contiene también la dirección del esclavo indicando quién es el que responde.

Función ModBus

Con este campo se especifica que acción requiere el master del slave al que va dirigida la trama. Con el paso de los años se han ido añadiendo más funciones específicas. En cualquier caso, os explico las más utilizadas y/o genéricas.

En este caso, el valor contenido en este campo sí que puede variar si se trata de una trama **Master->Slave** o si por el contrario es **Slave->Master**. El valor de este byte se verá modificado en la trama de respuesta sólo cuando exista algún error en el campo de datos de la trama ModBus enviada por el Master, no cuando el código de comprobación de errores de esta sea erróneo. Reiterando lo dicho, si la trama del Master es correcta, la trama de respuesta tiene este byte con el mismo valor. En el caso de existir error el Slave responderá con la misma función que en la trama enviada por el Master, pero con la máscara 0x80 aplicada. Por ejemplo: si el máster envía una trama con función 0x03 correcta el Slave responderá con el mismo campo y el mismo valor, 0x03; si por el contrario contiene algún error, el Master aplicará la máscara 0x80 y responderá con una trama con el valor 0x83. Poco a poco, más adelante explicaré con más detalle la trama de error de respuesta para que quede más claro. Ahora centrémonos en los casos no excepcionales y sin error. Pues primero se gatea y después se camina.

Funciones de lectura de datos:

- **Función 01 (01 hex):** Lectura de señales discretas de salida (Discrete Output Coils)
- **Función 02 (02 hex):** Lectura de señales discretas de entradas (Discrete Input Contacts)
- **Función 03 (03 hex):** Lectura de registros analógicos (Analog Output Holding Registers)
- **Función 04 (04 hex):** Lectura de registros analógicos de entrada (Analog Input Registers)

Funciones de escritura de datos:

- **Función 05 (05 hex):** Escritura de una señal discreta de salida (Simple Discrete Output Coil).
- **Función 15 (0F hex):** Escritura de múltiples señales discretas de salida (Múltiple Discrete Output Coils).
- **Función 06 (06 hex):** Escritura de un Simple Analog Output Holding Register.
- **Función 16 (10 hex):** Escritura Múltiple Analog Output Holding Registers.

Byte de datos

Este campo dependerá tanto en contenido como en longitud de la función que se indique en el campo anterior (Función) así como de si se trata de una trama Master-Slave o de respuesta Slave-Master.

En este post podéis ver como son cada una de las funciones. He preferido dedicarle un post por su variabilidad.

CRC – Campo de comprobación de errores

Este campo consta de dos bytes y como en cualquier otro protocolo en el caso de **ModBus** sirve para la detección de errores en la trama. El CRC (Cyclic Redundancy Check o comprobación de redundancia cíclica) es un código más que frecuente en la detección de errores en redes digitales, sistemas de almacenamiento para la detección de modificación accidental de los datos o en este caso para comprobar la integridad de los datos en su transmisión por buses de campo.

Para el cálculo del CRC se utilizan cada uno de los bytes que conforman la trama. El procedimiento es el siguiente:

- Se envía la trama ModBus con el CRC calculado.
- El receptor del mensaje recibe la trama completa e internamente calcula el CRC con los datos recibidos. Y lo compara con el CRC que le ha llegado.
 - Si el código coincide, la trama **ModBus** es correcta y se prosigue con el funcionamiento normal generando la respuesta pertinente.
 - Si el código es erróneo, es decir que no coincide el CRC recibido con el CRC no se responderá a la petición de datos por parte del Slave, de manera que ocurrirá un Timeout en recepción del Master y este deberá entender que el Slave no ha recibido la trama correctamente y procederá a un reintento.

2.2.17 STRUXURE DATA CENTER EXPERT

Software que brinda soluciones de monitoreo centralizado de la infraestructura física de múltiples proveedores: potencia, refrigeración, seguridad y medio ambiente. Genera informes y gráficos definidos por el usuario.

Características:

- Monitoreo eficiente de dispositivos de red de toda la compañía de cualquier fabricante.
- Proporciona notificaciones de fallas instantáneas de eventos de infraestructura críticos
- Entrega informes y gráficos definidos por el usuario.
- Plataforma de software abierta, entregada a través de una solución robusta, escalable e integrada.
- Permite la integración personalizada con otros sistemas para una flexibilidad máxima.



Figura 19. Logo de Presentación del inicio del software Data Center Expert.

Fuente: www.DataCenterExpert.com/Manual.pdf

2.3 DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.

- PORTAVALOR:

Personal de seguridad asignado para acompañamiento del personal técnico en atenciones que se presenten en los Cajeros Automáticos, Es el encargado único de abrir y cerrar el compartimiento de la bóveda y validar total operatividad del mismo.

- PCB

De sus siglas en inglés Printed Circuit Board, es el proceso para implementar un diseño electrónico en tarjetas como última etapa.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL OBJETIVO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA

El diseño del sistema de adquisición, transmisión y recepción de parámetros eléctricos utilizando tecnología GSM y protocolo ModBus para monitorear las conexiones eléctricas dentro de cajeros automáticos se dividen en dos módulos con funciones específicas:

- **MODULO DE ADQUISICION DE DATOS:**

Este módulo permite obtener los parámetros eléctricos de las conexiones internas del Cajero Automático, mediante conversiones de señales analógicas a digitales, divisores de tensión, fototransistores. El modulo procesa estos parámetros, concatena una cadena de texto y envía esta información al módulo Emisor/receptor mediante comandos AT.

- **MODULO EMISOR/RECEPTOR SMS**

El módulo Emisor está compuesto básicamente por el controlador GSM SIM900, el cual utiliza una tarjeta SIM de celular para realizar las mismas operaciones que un celular, aunque para efectos de este proyecto solo se utilizó la función de envío y recepción SMS con el contenido del texto concatenado del Módulo de adquisición de Datos. Mientras que el modulo Receptor, procesa inversamente el texto concatenado e inserta dicha información a través del puerto serial RS232 a un microcontrolador ATMEGA

328P, esta última envía información a los servidores del BBVA continental utilizando protocolo ModBus UDP TCP/IP.

3.1. ANALISIS DEL MODULO DE ADQUISICION DE DATOS

El Sistema Eléctrico en un Cajero automático del BBVA Continental consta de 2 tipos de energías, las cual tiene como intermediaria el UPS como se visualiza en la figura 20.

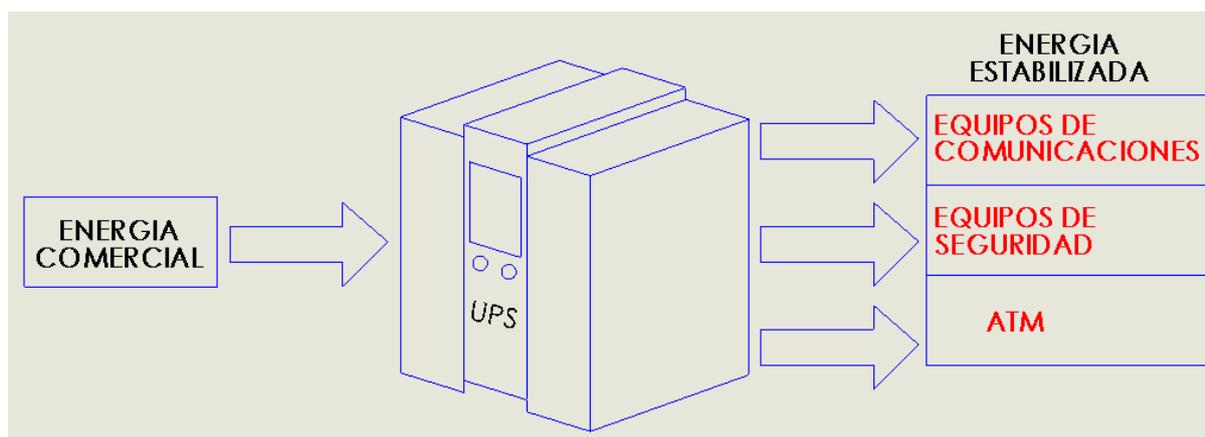


Figura 20. Proceso de la energía eléctrica por USP en los Cajeros Automáticos del BBVA Continental

Fuente: Elaboración propia.

Energía Comercial: Proveniente del suministro eléctrico de las distribuidoras: Luz del Sur, Edelnor, Electronorte, Hidrandina, Electronoreste, Electrocentro, etc. Esta energía llega a los medidores y luego al Tablero General, posteriormente se distribuye hacia los circuitos de tomacorrientes comerciales. Estos tomacorrientes proveen la energía para conectar equipos y aparatos de uso comercial: Radios, TV, Refrigeradoras, Impresoras, Cargadores de celulares, etc.

- **Equipos Estabilizada:** Proveniente del UPS (uninterruptible power supply), dicha energía posee la cualidad de estar rectificadas y filtradas, mejorando la señal y oscilación de la misma. Esta energía al poseer mejores cualidades que la Energía comercial, es la encargada de alimentar los *equipos de comunicaciones, Equipos de seguridad y ATM* dentro del cajero Automático.

Para ello se ha identificado la distribución general de las posiciones de los tomacorrientes en un Cajero Automático las cuales muestra en la figura 21.

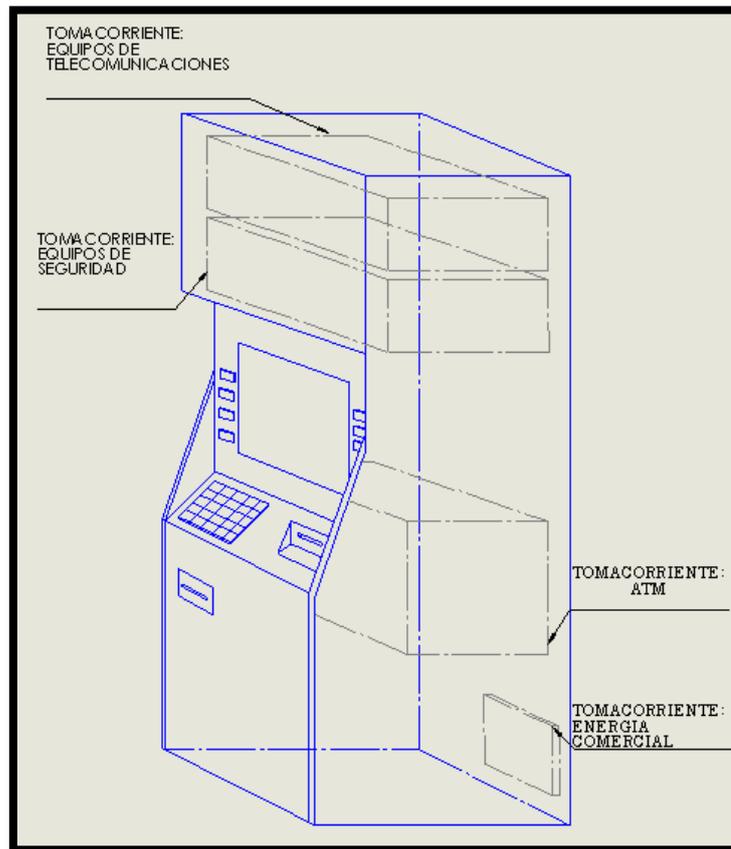


Figura 21: Posiciones de los tomacorrientes dentro de un cajero automático

Fuente: Elaboración propia

Las Variables necesarias a medir para la detección de problemas en la conexión de cajeros automáticos son:

- **Voltaje Energía Comercial:** esta Variable de 220VAC proveniente del suministro de la compañía eléctrica determina el funcionamiento general de todos los equipos en el cajero Automático, esta misma por su relevancia en el sistema es posible medirla mediante lectura analógica del microcontrolador. Previo proceso de reducción de voltaje y filtro.
- **Voltaje de los Equipos de Comunicaciones:** Voltaje de 220VAC estabilizada proveniente del UPS, dicho voltaje es distribuido por el tomacorriente el alimenta los equipos encargados de la red de comunicaciones dentro del cajero automático como router, Switch, Modem. Esta variable puede ser medido por el microcontrolador mediante lectura análoga o digital, previo proceso de reducción de voltaje, filtros, rectificación.
- **Voltaje de los Equipos de Seguridad:** Voltaje de 220VAC estabilizada proveniente del UPS, dicho voltaje es distribuido por el tomacorriente el alimenta los equipos encargados de seguridad dentro del cajero automático como Alarmas, UPS, DVR. Sensores Magnéticos. Esta variable puede ser medido por el microcontrolador mediante lectura análoga o digital, previo proceso de reducción de voltaje, filtros, rectificación.
- **Voltaje del ATM:** Voltaje de 220VAC estabilizada proveniente del UPS al ATM, esta internamente bajo su propia fuente conmutada alimenta los dispositivos como impresora, pantalla, teclado, lector de tarjeta etc.

Los parámetros anteriormente descritos son parte del sistema del módulo transmisor, el cual se visualizan en la figura 22.

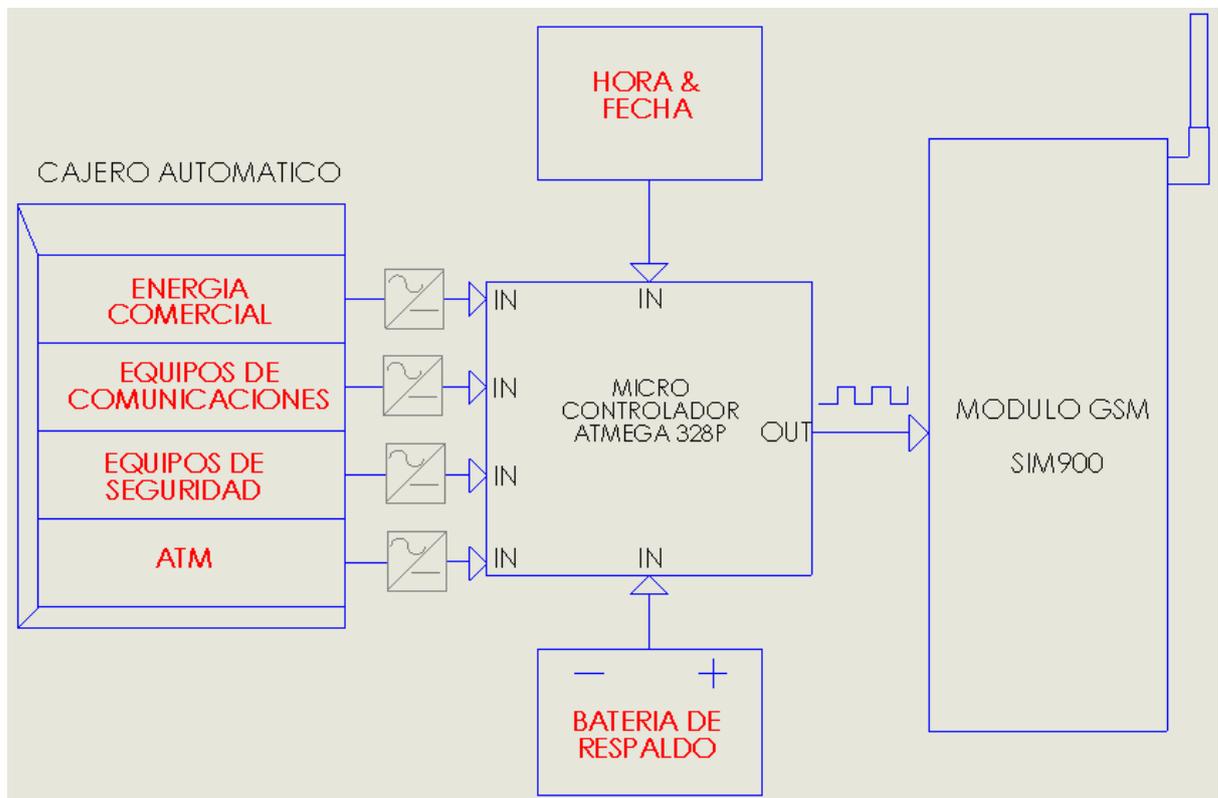


Figura 22: Variables a medir por el Módulo de Adquisición de Datos.

Fuente: Elaboración propia.

Se adiciona a estos parámetros, *Hora & Fecha* y *Batería de Respaldo*:

- **Tiempo:** Esta señal proviene de un módulo RTCDS 1307, el cual nos permite obtener los valores de Fecha y hora actual, la misma será incluida en envío por SMS con finalidad de obtener datos del tiempo de origen que se genera la alerta de la falla eléctrica.

- **Batería de Respaldo:** Esta señal nos permite conocer el nivel de porcentaje de carga de la batería de respaldo de 12 VDC, la misma que hace su descarga y energiza al módulo emisor y adquisición de datos, una vez que se presenta un corte de energía eléctrica general en el cajero automático.

En la Figura 23, se aprecia el diagrama general del sistema de monitoreo, en sus dos modalidades, por Consulta o Monitoreo sede BBVA Continental.

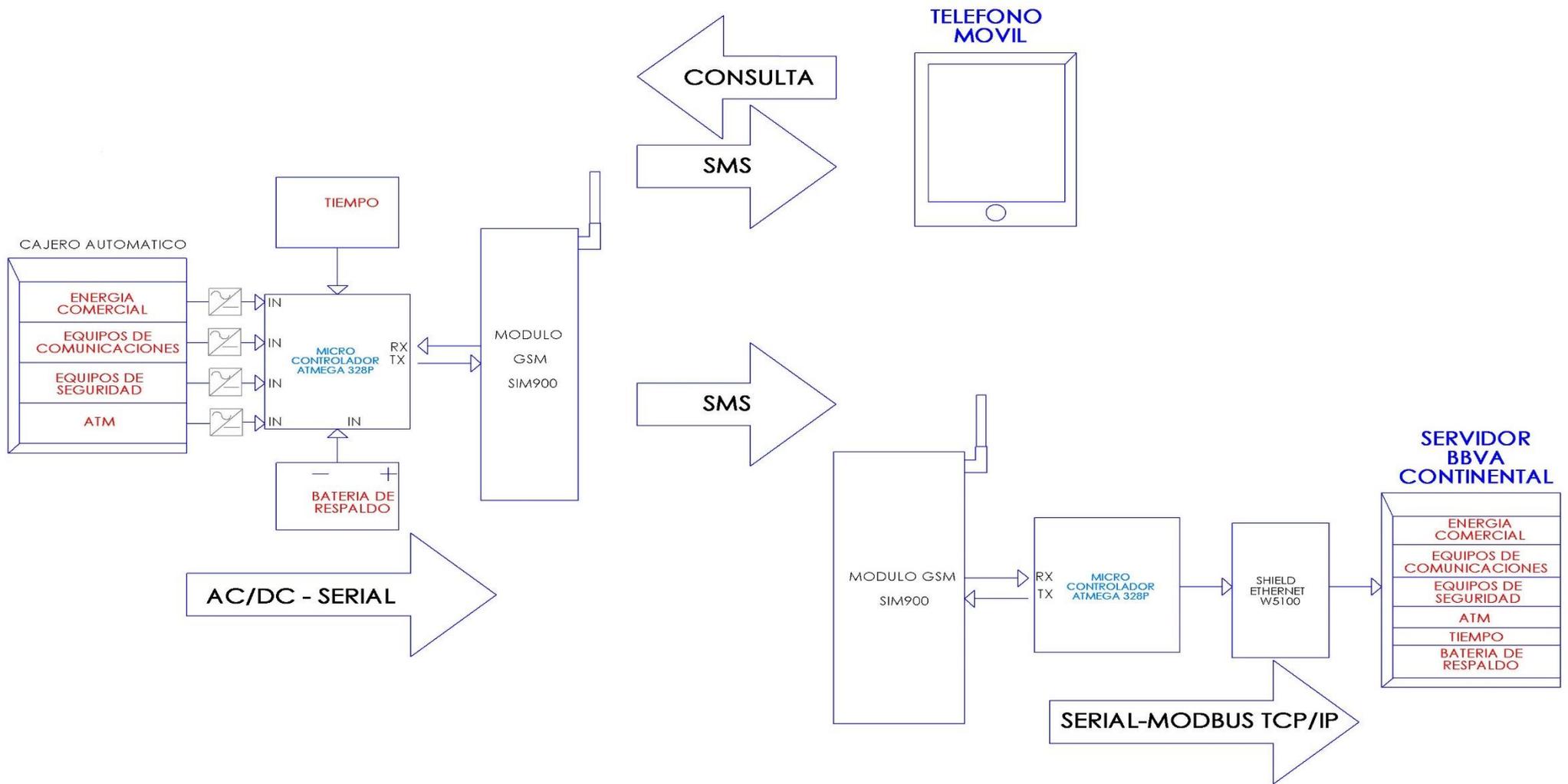


Figura 23. Diagrama General de la modalidad de envío de información SMS: Por Consulta & Monitoreo sede BBVA Continental

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1. ADQUISICION DE DATOS MEDIANTE EL MICROCONTROLADOR ATMEGA 328P

Adquirir los variables procedente de los dentro del cajero Automático, implica adaptar dicha energía mediante proceso electrónico obteniendo valores dentro del rango permitido por los pines del microcontrolador Atmega 328P, los cuales incluyen lecturas análogas, digitales y por I2C, el cual es demostrado en la tabla 5.

TABLA 5
Resumen general para lectura de las variables

Variables	Tipo de Lectura		
	Analógica	Digital	I2C
Energía Comercial	Sí	Sí	NO
Equipos de Comunicaciones	Sí	Sí	No
Equipos de seguridad	Sí	Sí	No
ATM	Sí	Sí	No
Batería de Respaldo	Sí	No	No
TIEMPO	No	No	Sí

Fuente: Elaboración Propia

3.1.1.1. MEDICION ANALOGA EQUIPOS DE COMUNICACIONES & SEGURIDAD

En el capítulo II se definió al microcontrolador ATMEGA 328P de la empresa ATMEL y sus principales funciones, para los objetivos de este proyecto se utiliza el módulo ADC (Analog Digital Converter) el cual consiste en obtener valores análogos y convertir a digital, este microcontrolador posee 6 pines con esta característica. La resolución de lectura ADC está configurada para trabajar con 10 bits (valores que van del 0 a 1023) el cual es compatible con el microcontrolador seleccionado.

En la figura 15 se observa el diagrama de conexión para una lectura análoga por el pin AN0 del Microcontrolador, el voltaje variable a medir está representado por un TRANSFORMADOR 220vac A12vac y resistencias utilizadas como divisor de tensión que nos brinda voltaje de salida en el rango de 0.8V – 4.2V, el cual se observa en la figura 24.

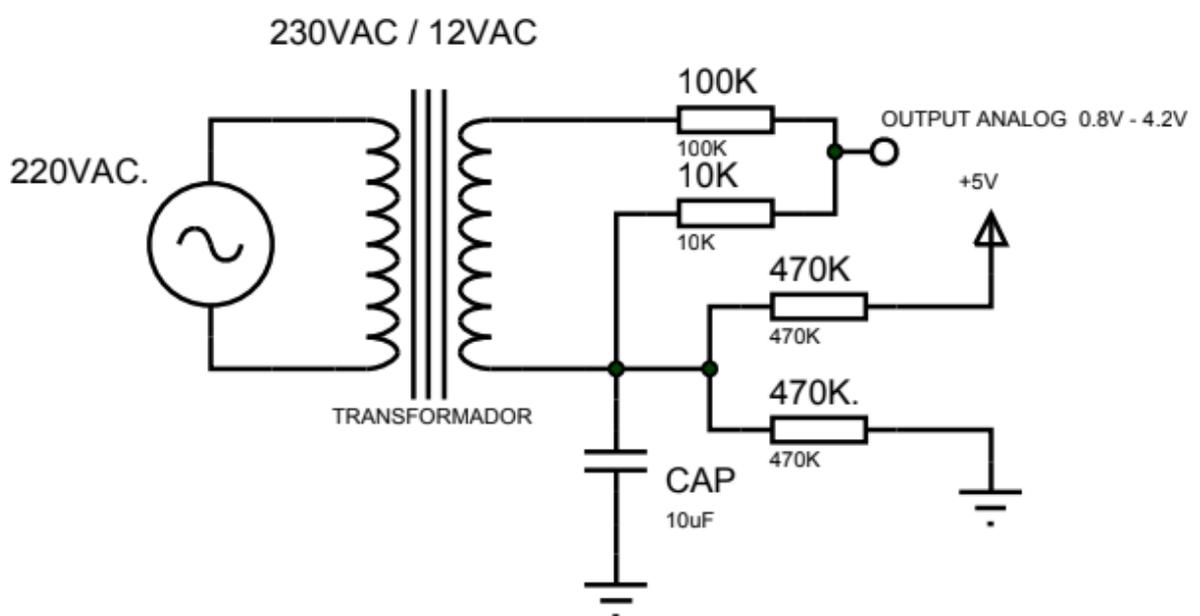


Figura 24. Diagrama electrónico para regular el voltaje en el rango analógico para lectura por el pin AN0 del Microcontrolador.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.2. MEDICION DIGITAL EQUIPOS DE COMUNICACIONES & SEGURIDAD

La lectura digital del microcontrolador ATMEGA 328P permite una adquisición de datos de menor resolución que la análoga, sin embargo, permite un mejor procesamiento. Está en adquirir la señal en 2 estados de 0v y 5v, el microcontrolador posee 13 pines digitales hasta 16 previa configuración.

Para adquirir los datos los equipos de Comunicaciones y Seguridad cuya variable es de 220VAC, se debe pasar por un proceso electrónico para obtener el rango digital permitido por el microcontrolador, en la Figura X se observa el diagrama de conexión electrónica, el voltaje a medir está representado por transformador 220VAC a 15VAC, puente diodos, regulador de voltaje a 12VDC. Dicho proceso se aprecia en la figura 25.

Proceso:

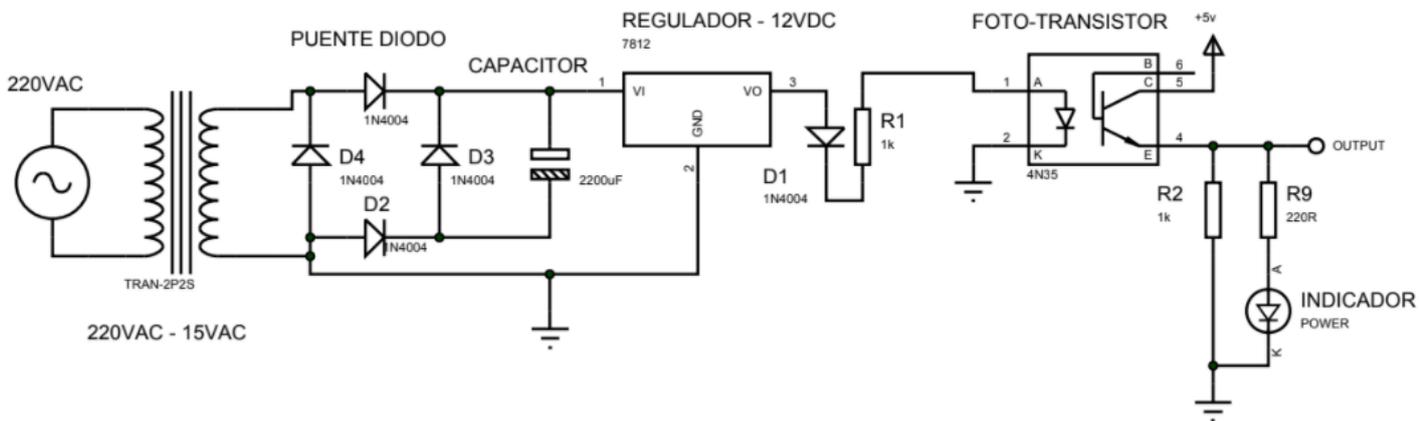


Figura 25: diagrama Electrónico para regularizar el voltaje al rango de lectura del pin Digital del microcontrolador. Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.3. MEDICION NIVEL DE BATERIA DE RESPALDO

La batería de Respaldo es un elemento de gran importancia para el sistema, inicia actividad ante un corte general de fluido eléctrico, esta nos provee de energía al sistema por varias horas ya que comparte la misma conexión y carga de las variables de equipos de comunicación y/o seguridad. Como se muestra en la Figura 26.

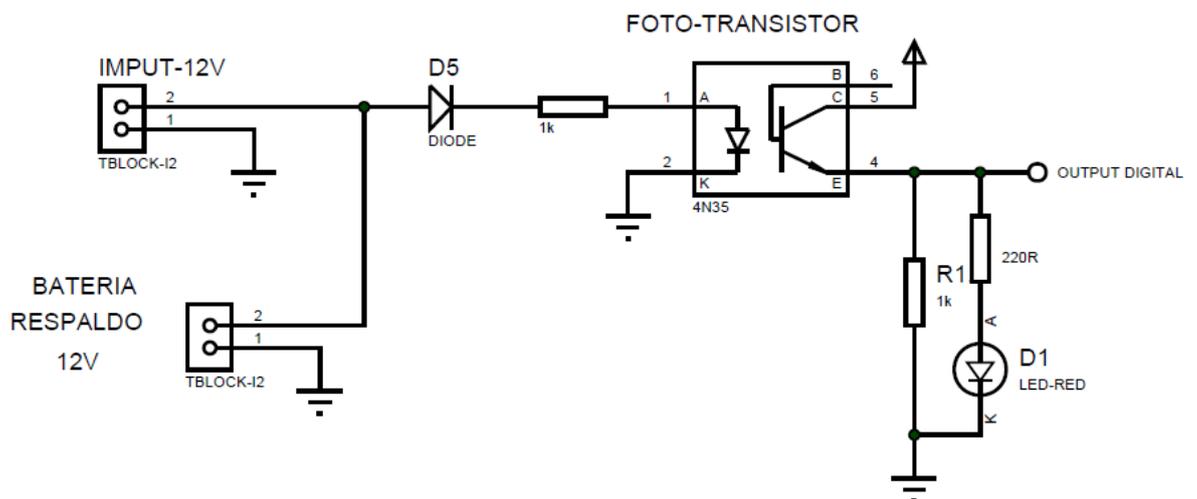


Figura 26. Diagrama de conexión de la Batería de respaldo.

Fuente: Elaboración Propia

Para el Sistema se emplean baterías litio (li-on) modelo 18650 con las siguientes características por celda:

Tabla 6
Características 1 celda de la batería 18650 recargable

Voltaje Nominal.	3,7V
Voltaje Max.	4,20 ± 0.02V
Voltaje Min.	2.75V
Corriente	2600mAh
Peso	45.5gr
Temperatura de operación:	
Carga	0 ~ 45°C
Descarga	-20 ~ 60°C

Fuente: Elaboración propia

El Proyecto requiere una fuente externa conformada por baterías a 12VDC, para lograr ello se emplea el método técnico de usar 3 baterías en serie (3S) obteniendo nuevos valores los cuales se muestran en la tabla 7.

Tabla 7
Características 3 Celdas de la batería 18650 recargable

Voltaje Nominal.	11.1V
Voltaje Max.	12.4 ± 0.02V
Voltaje Min.	8.25V
Corriente	2600mAh
Peso	136.5gr
Temperatura de operación:	
Carga	0 ~ 45°C
Descarga	-20 ~ 60°C

Fuente: Elaboración propia

La variable del nivel de batería de respaldo, debe estar en el rango de 0 a 5v, para ser utilizando mediante medición por pines análogo, para ello se usa divisor de tensión utilizando resistencias.

$$\text{Voltaje Bateria Max}_{3S} = 12.6v$$

$$\text{Voltaje Vateria Min}_{3S} = 8.25v$$

De la fórmula general de Divisor de tensión:

$$V_{out\ maximo} = \left((V_{i\ max}) * \frac{R_2}{R_2 + R_1} \right) \quad (1)$$

Se requiere obtener el Voltaje de Salida ($V_{out\ maximo}$) con valor equivalente a 5v, para ello se usa una Resistencia R1 de valor de 10KΩ para calcular el valor de R2.

$$5v = \left((12.4V) * \frac{R_2}{R_2 + 10K\Omega} \right) \quad (2)$$

Se despeja la variable R_t y se obtiene el valor de la resistencia R2.

$$R_2 = \frac{50K\Omega}{12.4v - 5v} \quad (3)$$

$$R_2 = 6.750K\Omega \quad (4)$$

Para calcular el mínimo Valor del divisor de tensión, se usa el mínimo valor de la batería de 3 celdas (8.25v)

$$V_{out\ minimo} = \left((8.25V * \frac{6.75K}{6.75K + 10K}) \right) \quad (5)$$

$$V_{out\ minimo} = 3.32V$$

Para ingresar los valores máximo y mínimo del voltaje de salida del divisor de tensión al microcontrolador, para ajustarla en el rango de 0 a 100%, se debe calcular el valor digital de 10bits (1023) de ambos casos.

$$\text{Valor (10 bits) max} = 1023 * \left(\frac{V_{out \text{ maximo}}}{5v} \right)$$

$$\text{Valor (10 bits) max} = 1023 * \left(\frac{5v}{5v} \right)$$

$$\text{Valor (10 bits) max} = 1023$$

$$\text{Valor (10 bits) min} = 1023 * \left(\frac{V_{out \text{ minimo}}}{5v} \right)$$

$$\text{Valor (10 bits) min} = 1023 * \left(\frac{3.32v}{5v} \right)$$

$$\text{Valor (10 bits) min} = 679$$

Todos los valores de tension resumidos en la tabla 8.

Tabla 8

Rangos de las Variables de la Batería de Respaldo

Variable	Identificador	Valor mínimo	Valor máximo
VDC de la Batería de Respaldo	<i>Voltaje Batería</i>	8.25v	12.6v
VDC de Salida del Divisor de Tensión	<i>Vout</i>	3.32v	5v
Valor (10bits)	<i>Resolución (10bits)</i>	679	1023
Nivel de Batería de Respaldo	<i>Nivel Batería</i>	0%	100%

Fuente: Elaboración Propia

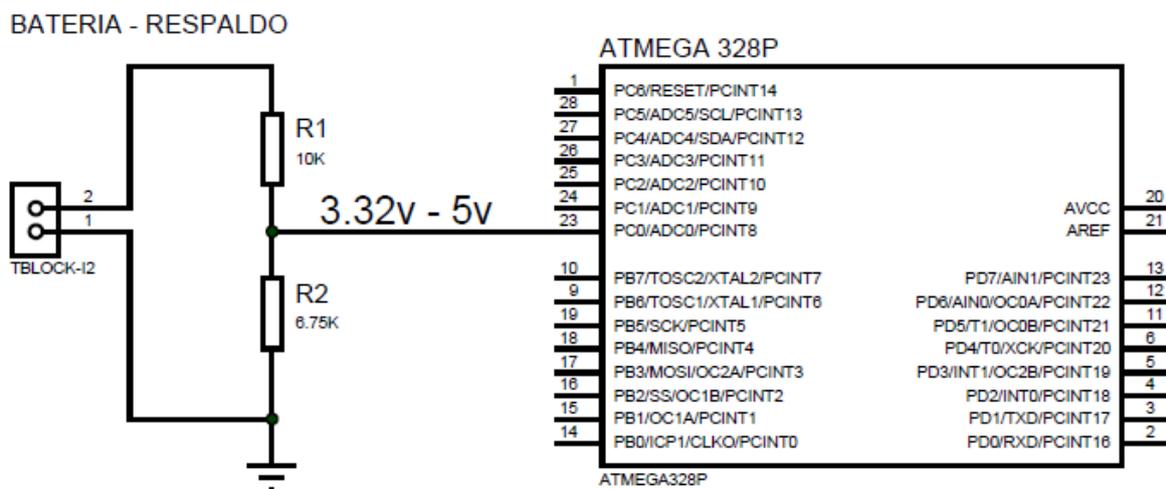


Figura 27. Diagrama de conexión para lectura analógica por el pin AN0 del Microcontrolador.
Fuente: Elaboración propia.

La configuración de la figura 27, se realiza únicamente para la variable *Batería de Respaldo*. Sin embargo, para las otras variables que no corresponden a Voltaje de corriente continuas (Equipos de comunicaciones, reloj y tiempo) se hace uso de sensores y otro diseño electrónico.

3.1.1.4. MODULO RELOJ RTC DS1370.

Adquirir datos de hora y fecha exactos, y adjuntarlo ante alguna actividad que presenta el sistema es de vital importancia. Ya que depender de la hora y fecha el cual se envié el SMS no es totalmente confiable, ya sea por fallas en la red, cobertura etc.

Así mismo se configura el sistema que envié los SMS con los datos de las variables actuales, programándolo periódicamente. Por ejemplo: cada 15min, 30min, 1hr, etc.

CONEXIONES:

El bus I2C utiliza solo 2 cables para establecer la comunicación entre dispositivos, SDA y SCL. En el bus debe configurarse un dispositivo como MAESTRO y uno o varios dispositivos como ESCLAVO, como se muestra en la figura 28.

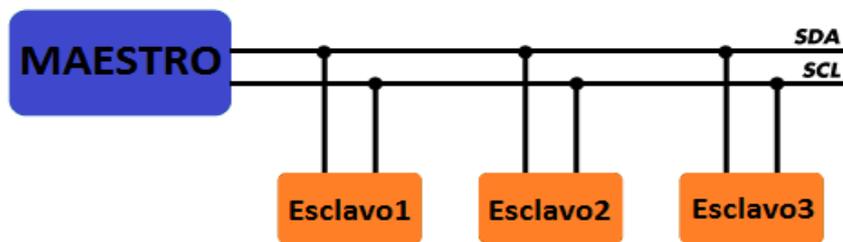


Figura: 28. Diseño de conexión de equipos vinculados por comunicación I2C,

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, existe la librería *Wire* para la comunicación I2C y *RTClib* en lenguaje C++ para incluirlas en el código principal de nuestro microcontrolador ATMEGA 328P. Resumiendo la conexión en la figura 29.

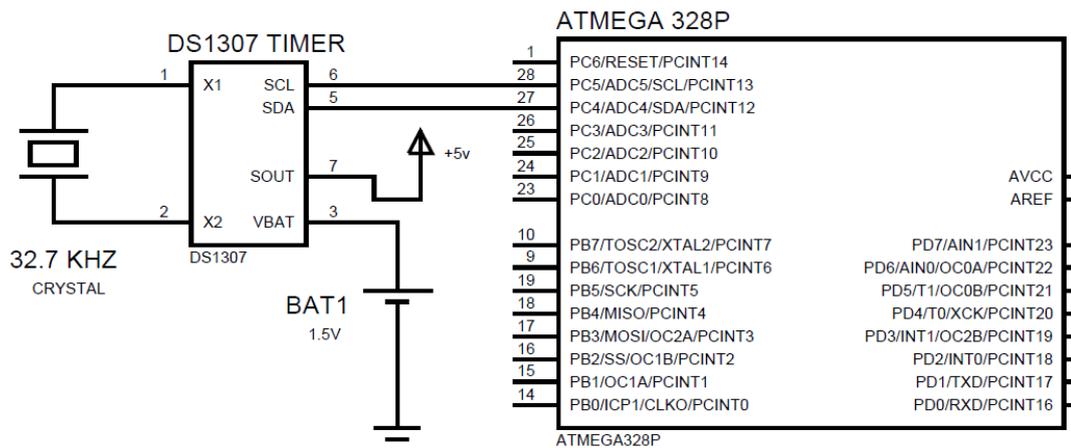


Figura 29. Diagrama de conexión para lectura analógica por el pin AN0 del Microcontrolador.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. CIRCUITO ELECTRONICO DE MODULO DE ADQUISION DE DATOS.

Para la protección del módulo de adquisición de datos es necesario utilizar un circuito regulador de voltaje, el cual hace posible trabajar con 5v utilizando el voltaje proveniente del sistema fotovoltaico, en la tabla 6 se observa los resultados de las pruebas del dispositivo 78L05 extraídos de la hoja de datos del fabricante y su rango de operación.

Tabla 9
Rangos de voltaje del dispositivo 78L05.

Símbolo	Parámetro	Condiciones	Min.	Max.	Uni
VO	Output Voltaje	IO = 1 to 40 mA	4.5	5.5	V
		VI = 7 to 20 V IO = 1 to 70 mA VI = 10 V	4.5	5.5	V

Nota: Las pruebas fueron hechas por el fabricante. Fuente: National Semiconductor.

Adicionalmente el fabricante sugiere colocar dos condensadores cerámicos (0.33uF y 0.1uF), uno a la entrada y el otro a la salida, en la figura 30 se observa el diagrama de conexión con sus respectivos condensadores.

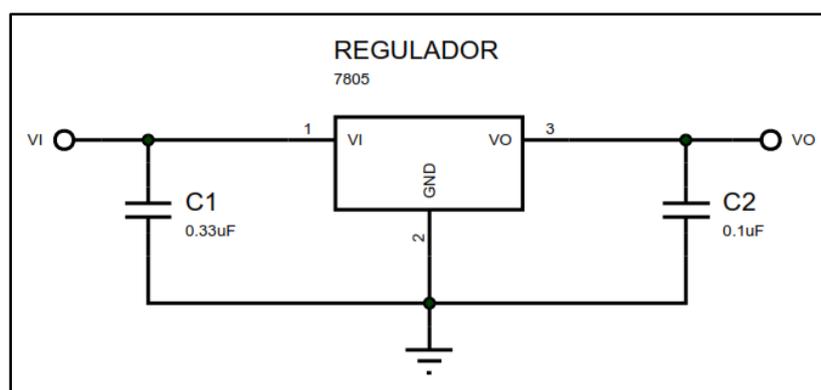


Figura 30. Diagrama de conexión del regulador de tensión 78L05.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 se definen los pines a utilizar en el microcontrolador ATMEGA 328P, tanto para las entradas como para las salidas.

Tabla 10

Definición de pines de entrada y salida del microcontrolador

Definición	Identificador	Pin	Tipo	Numero
Alimentación positiva	VCC	VDD	Alimentación	7 / 20
Alimentación Negativa	GND	VSS	Alimentación	8 / 22
Oscilador	-	OSC1	Oscilación	9
Oscilador	-	OSC2	Oscilación	10
Botón de reinicio general	MCLR	MCLR	Entrada	1
Lectura Energía Comercial	INPUT-1	PD2	Entrada	4
Lectura Equipos de Comunicaciones	INPUT-2	PD3	Entrada	5
Lectura Equipos de Seguridad	INPUT-3	PD4	Entrada	6
Lectura Energía ATM	INPUT-4	PD5	Entrada	11
Modulo Hora/Fecha RTC DS1307	SCL	SCL	Entrada	28
Modulo Hora/Fecha RTC DS1307	SDA	SDA	Entrada	29
Nivel Batería Respaldo	BAT - RES	AN0	Entrada	23
Transmisión serial SIM900	SERIAL	TX SIM900	Salida	7
Recepción serial SIM900	SERIAL	RX SIM900	Entrada	8
Transmisión USB+	USB	D+	Entrada/Salida	2
Transmisión USB-	USB	D-	Entrada/Salida	3

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, se tiene el diseño electrónico general en la figura 31, el cual detalla el tipo de configuraciones para cada variable y las conexiones en los pines característicos del microcontrolador Atmega 328P.

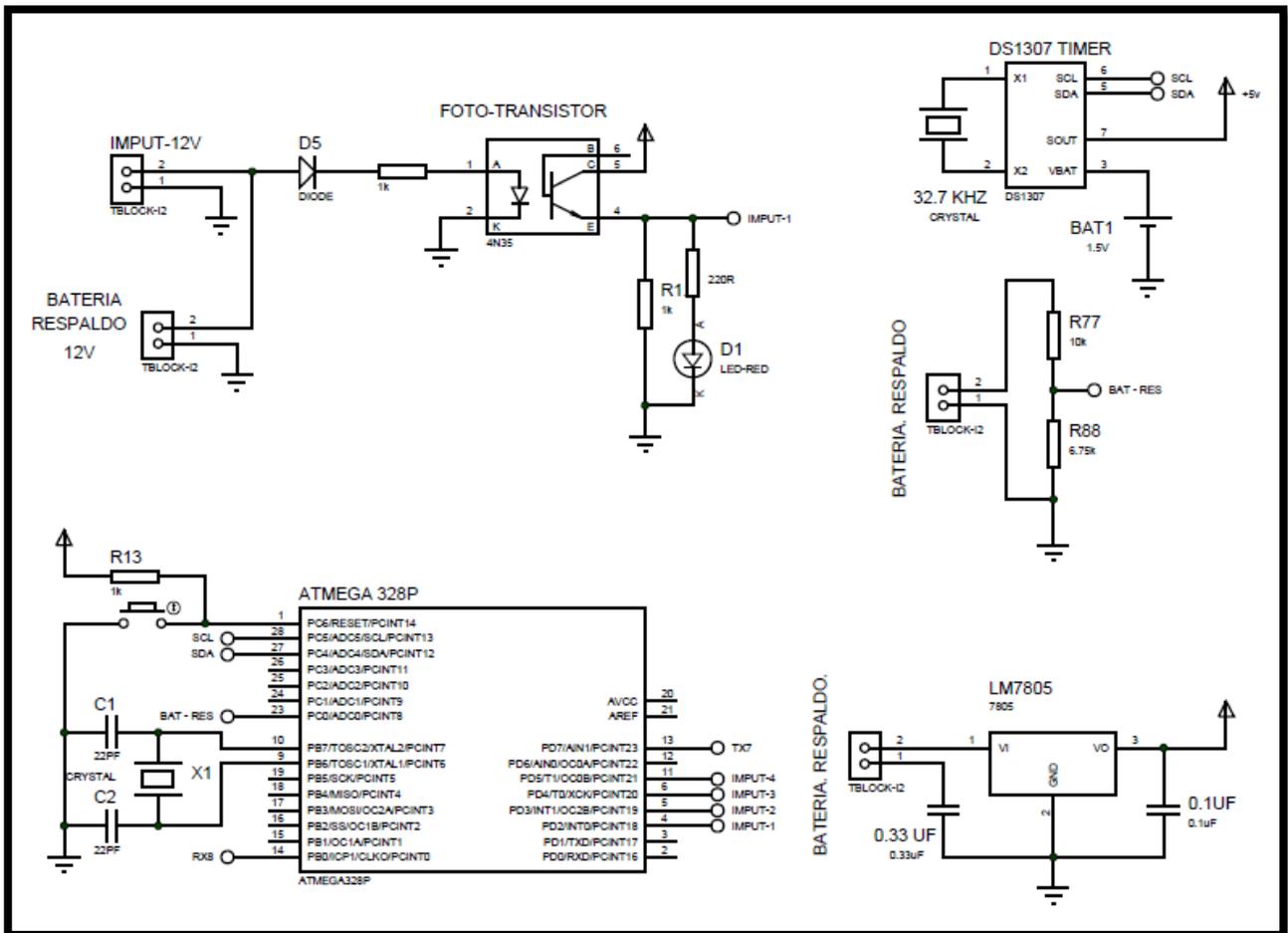


Figura 31. Circuito del módulo de adquisición de datos

Elaboración propia.

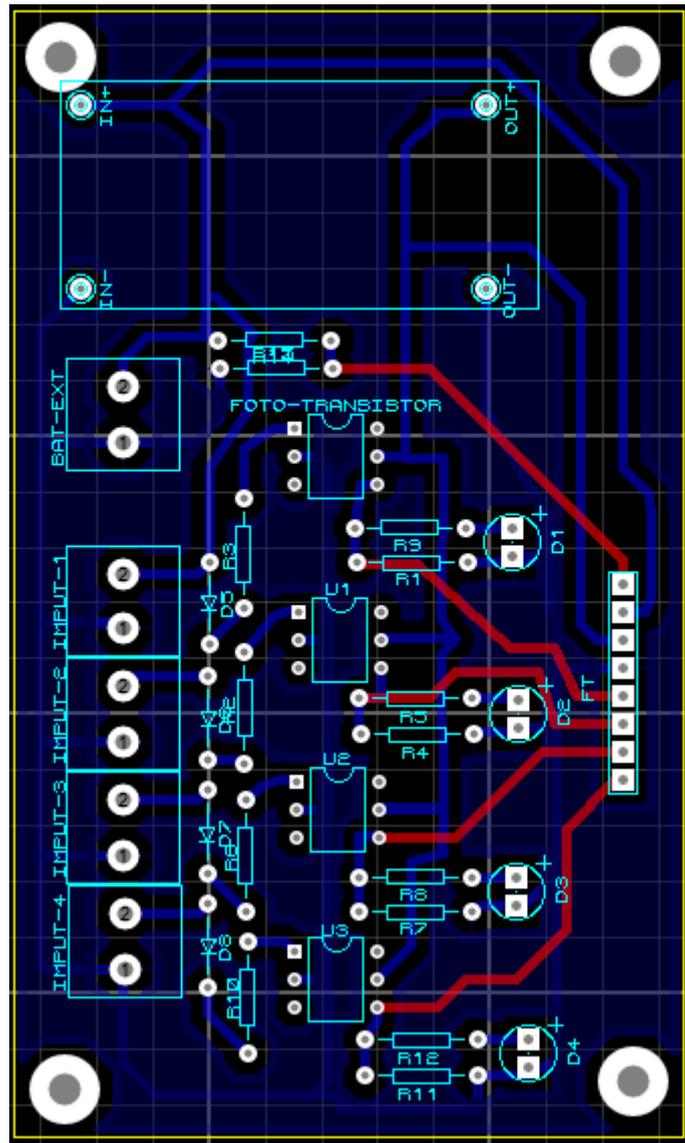


Figura 32. Diseño en PCB del Circuito electrónico de adquisición de datos de las variables.

Elaboración propia.

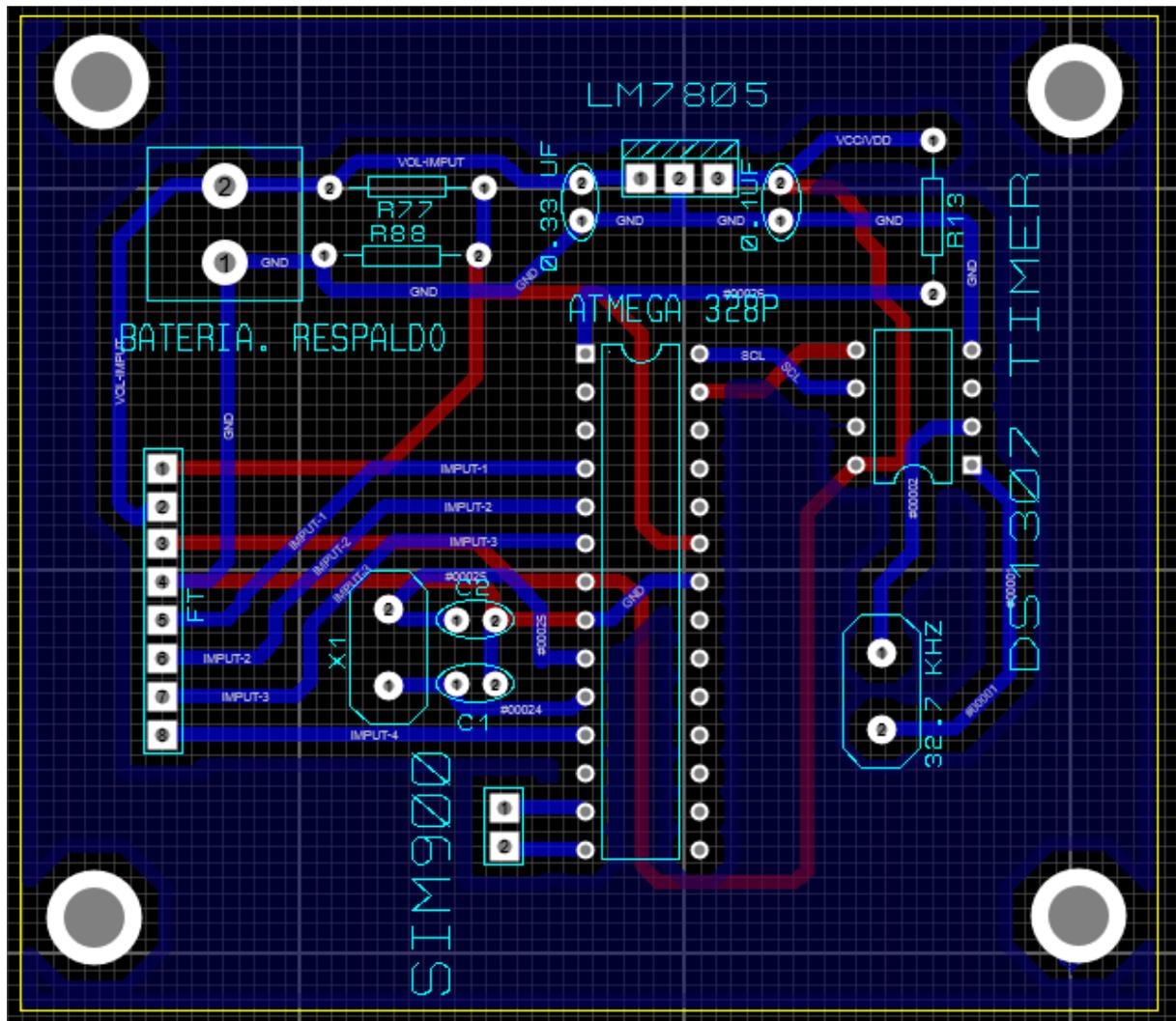


Figura 33. Diseño en PCB del Circuito electrónico del Módulo Emisor.
Elaboración propia.

3.1.3. PROGRAMA DEL MODULO EMISOR DE DATOS

Basados en el análisis previo se ha elaborado un diagrama de flujo del Módulo de Adquisición de Datos, el cual se visualiza en la figura 17

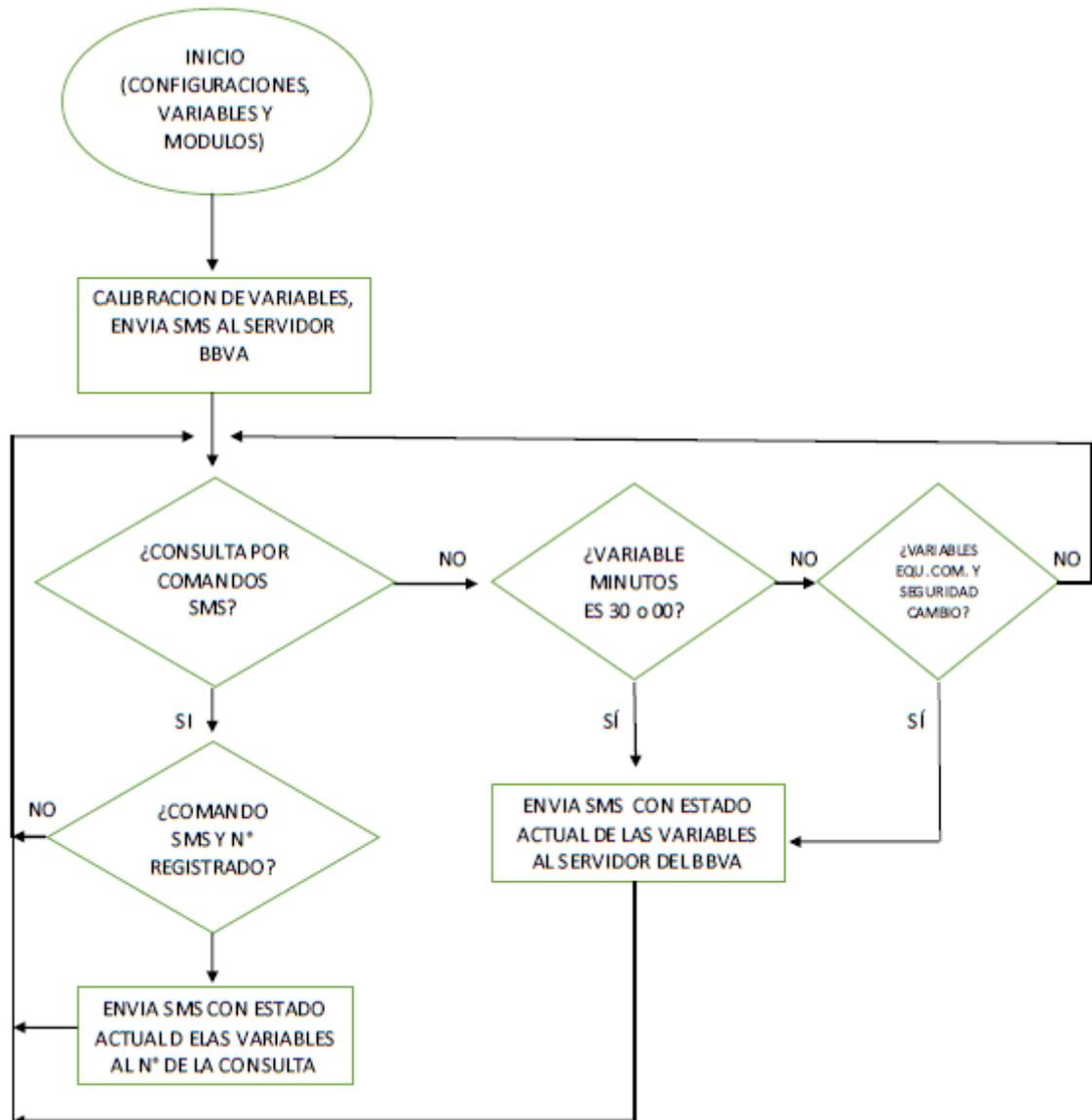


Figura 34. Diagrama de flujo del Módulo Emisor de Adquisición de datos.
Fuente: Elaboración propia

El programa está elaborado en lenguaje de programación C++. En la figura 35 se observa el inicio del programa con las configuraciones iniciales: tipo de Microcontrolador, inclusión de librerías, configuración de pines serial para comunicación con el SIM900:

```

-----
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h> //libreria para el manejo del protocolo i2c
#include "RTClib.h" //libreria del reloj RTC DS1307
RTC_DS1307 RTC; //funcion de la libreria RTC para configurar datos internos del RTC
SoftwareSerial SIM900(7, 8); // Configura el puerto serial para el SIM900
-----

```

Figura 35: Imagen de un segmento del código del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se establecen configuraciones y lecturas de librerías del programa.

Fuente: Elaboración Propia.

En la figura 36 se observa las variables necesarias en el programa del Módulo de Adquisición de Datos:

```

-----
const int buttonPin2 = 2;
const int buttonPin3 = 3;
const int buttonPin4 = 4;
const int buttonPin5 = 5;
int e_comunicaciones_comunicaciones = 0; //Variable electrica
int lastr_comunicaciones = 1;
int e_seguridad = 0; //Variable electrica
int lastr_equipos = 1;
int e_comercial = 0; //Variable electrica
int lastt_ahislamiento = 1;
int t_atm = 0; //Variable electrica
int lastt_atm = 1;
int analog_a0 = A0;
unsigned int n_bateria = 2;
unsigned int p_bateria = 3; //Variable Bateria Respaldo
//-----
char incoming_char = 0; //Variable que guarda los caracteres que envia el SIM900
String agenda[] = {"960537249" , "987654321"}; //Array de numeros Celulares Autorizados
int numtotal = 2; //Cantidad de numeros de telefono autorizados
String mensaje = "";
int LED = 13 ;
bool estado = false ; //Variable para guardar el estado del LED Power
//-----

```

Figura 36. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se establecen las variables del programa.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 37 se observa un segmento del programa del Módulo de Adquisición de Datos para las lecturas digitales de los equipos de Comunicaciones y Seguridad. Y la comparación entre variables de estado actual con estados pasados, esto permite saber si existe algún evento entre las variables.

```

//configura pin como Entrada el microcontrolador
pinMode(buttonPin2, INPUT);
pinMode(buttonPin3, INPUT);
pinMode(buttonPin4, INPUT);
pinMode(buttonPin5, INPUT);

//Asocia pin con Variable electrica
e_comunicaciones = digitalRead(buttonPin2);
e_seguridad = digitalRead(buttonPin3);
e_comercial = digitalRead(buttonPin4);
t_atm = digitalRead(buttonPin5);

//Actualiza los Estados de la variables
lastr_comunicaciones = e_comunicaciones;
lastr_equipos = e_seguridad;
lastt_ahislamiento = e_comercial;
lastt_atm = t_atm;

//Consulta algun cambio de estado de la svariables
//ante algun evento se envia la informacion por SMS
if (e_comunicaciones != lastr_comunicaciones){
  Serial.println(" BOTON PRESIONADO a");
  mensaje_sms(); //Envia SMS
}
if (e_seguridad != lastr_equipos){
  Serial.println(" BOTON PRESIONADO b ");
  mensaje_sms(); //Envia SMS
}
if (e_comercial != lastt_ahislamiento){
  Serial.println(" BOTON PRESIONADO c");
  mensaje_sms(); //Envia SMS
}
if (t_atm != lastt_atm){
  Serial.println(" BOTON PRESIONADO d");
  mensaje_sms(); //Envia SMS
}
else {}
}

```

Figura 37. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se establecen las lecturas digitales y cambio de estado las variables del programa.

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 37, observamos configuración, para la lectura de la variable de Batería de respaldo, utilizando los valores proporcionados por la TABLA 8.

```
-----  
//Voltaje Bateria Max = 12.6v  
//Voltaje Bateria Min = 8.25v  
//Voltaje Maximo = 5v  
//Voltaje Minimo = 3.32v  
//Valor (10bits) Max = 1023  
//Valor (10bits) Min = 679  
void bateria()  
{  
  int n_bateria = analogRead(A0); //lectura pin analogico  
  if(n_bateria >= 965) { //si es superior a 965 (11.1v)  
    p_bateria = 100; //Bateria de Respaldo al 100%  
  }  
  //bateria se descarga y se realiza un mapeo de porcentaje  
  //965 -> 100%  
  //679 -> 0%  
  if(n_bateria < 965) //si es superior a 965 (11.1v)  
  {  
    p_bateria = map(n_bateria, 679, 955, 0, 100);  
  }  
}
```

Figura 38 Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se realiza el arreglo para lectura variable de Batería de Respaldo y su proporción en porcentaje.
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 39, se observa la configuración, diseño del formato Hora & Fecha, comunicación y adquisición de datos por I2C para la lectura de la variable de **TIEMPO**.

```

void tiempo_in_sms ()
{
Wire.begin();//Se inicializa comunicacion i2c
RTC.begin();//Se inicializa el RTC
delay(100);//Espera de 100mS para adquisicion de datos
DateTime now = RTC.now();//sE accede a todos los datos del RTC
SIM900.println("Tiempo: ");// Texto del SMS
//FORMATO "DIA/MES/AÑO - HORA-MINUTOS-SEGUNDOS"
delay(100);
Serial.print(now.day(), DEC);
SIM900.print(now.day(), DEC);// Texto del SMS
Serial.print('/');
SIM900.print('/');
//se Imprime el mes
Serial.print(now.month(), DEC);
SIM900.print(now.month(), DEC);// Texto del SMS
Serial.print('/');
SIM900.print('/');
//Se Imprime el año
Serial.print(now.year(), DEC);
SIM900.print(now.year(), DEC);// Texto del SMS
Serial.print(' ');
SIM900.print(' ');
//Se Imprime la hora
Serial.print(now.hour(), DEC);
SIM900.print(now.hour(), DEC);// Texto del SMS
Serial.print(':');
SIM900.print(':');
//Se Imprime los minutos
Serial.print(now.minute(), DEC);
SIM900.print(now.minute(), DEC);// Texto del SMS
Serial.print(':');
SIM900.print(':');
//Se Imprime los segundos
Serial.print(now.second(), DEC);
SIM900.print(now.second(), DEC);// Texto del SMS
}
// ---ENVIO SMS POR PERIODO DE TIEMPO DE CADA 30 MIN ----
DateTime now = RTC.now();//
if(now.minute()==30 && now.second()==00)
{
mensaje_sms(); //Envia SMS
}

```

Figura 39. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos realizados en lenguaje C++, donde se inicializa la lectura del Módulo RTC DS1307 y se condición que envió SMS programado. Fuente: Elaboración Propia.

Como objetivo final se requiere enviar la información actual de todas las variables por SMS, Esta última se rige mediante 2 diseños: “Bandera” y “Cadena” que son respuestas a peticiones por “Consulta Móvil” y “Monitoreo SEDE BBVA” respectivamente.

Respuesta SMS por CONSULTA MOVIL

El tipo de envío SMS por diseño “Bandera”, es exclusivo a respuesta por petición de usuarios con teléfono móvil que desea adquirir la información de los parámetros eléctricos de los Cajeros Automáticos del BBVA Continental.

```
-----  
void SETUP ()  
{  
    SIM900.begin(19200); //19200 baud para puerto serie SIM900  
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //Modo texto para enviar o recibir mensajes  
    delay(1000);  
}  
void mensaje_sms()  
{  
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //Comando AT para mandar un SMS  
    delay(100);  
    SIM900.println("AT+CMGS=\"960537249\""); //951714817  
    delay(100);  
    //-----BANDERA ID ATM + Datos Variables -----  
    SIM900.println("ATM 800 - EXSA (LURIN)"); // Texto del SMS  
    SIM900.print("*E. COMUNICACIONES: "); // Texto del SMS  
    SIM900.println(e_comunicaciones); // Texto del SMS  
    SIM900.print("*E. SEGURIDAD: "); // Texto del SMS  
    SIM900.println(e_seguridad); // Texto del SMS  
    SIM900.print("*E. COMERCIAL: "); // Texto del SMS  
    SIM900.println(e_comercial); // Texto del SMS  
    SIM900.print("*E. ATM: "); // Texto del SMS  
    SIM900.println(t_atm); // Texto del SMS  
    SIM900.print("*BATERIA: "); // Texto del SMS  
    SIM900.println(p_bateria); // Texto del SMS  
    SIM900.println(" % "); // Texto del SMS  
    //-----incluye la hora al sms-----  
    tiempo_in_sms ();  
    //-----termina el sms max 64 caracteres-----  
    delay(100);  
    SIM900.println((char)26); //Comando de finalizacion ^Z  
    delay(7000); //Tiempo aproximado en llegar el sms al destino  
    Serial.println("SMS enviado");  
    lastr_comunicaciones = e_comunicaciones;  
    lastr Equipos = e_seguridad;  
    lastt Ahislamiento = e_comercial;  
    lastt_atm = t_atm;  
}  
-----
```

Figura 40. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos, donde se observa configuración y diseño del SMS tipo “Bandera” para ser enviado exclusivamente a usuario con teléfono móvil.

Fuente: Elaboración Propia

Respuesta SMS por MONITOREO SEDE BBVA

El tipo de envío SMS por diseño “Cadena”, es exclusivo a respuesta por petición de los servidores del BBVA continental que requieren la información de los parámetros eléctricos de los Cajeros automáticos, esta petición es periódica cada 30 minutos, reinicio del módulo y cambio de estados de las variables eléctricas.

```
void mensaje_sms_BBVA_SERVER()
{
    Wire.begin();//Se inicializa comunicacion i2c
    RTC.begin();//Se inicializa el RTC
    DateTime now = RTC.now();//sE accede a todos los datos del RTC
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //Comando AT para mandar un SMS
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS=\XXXXXXXXXXXX\"); N° SIM900 Receptor BBVA
    delay(100);
    //-----CADENA ID ATM + Datos Variables -----
    SIM900.print("800");// N° de ATM, Base de Datos BBVA Continental
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(e_comunicaciones);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(e_seguridad);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(e_comercial);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(t_atm);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(p_bateria);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(now.day(), DEC);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(now.month(), DEC);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    SIM900.print(now.year(), DEC);// Texto del SMS
    SIM900.print(";");// añade coma
    Serial.print(now.hour(), DEC);
    SIM900.print(";");// añade coma
    Serial.print(now.minute(), DEC);
    SIM900.print(";");// añade coma
    Serial.print(now.second(), DEC);
    SIM900.println((char)26);//Comando de finalizacion ^Z
    delay(7000);//Tiempo aproximado en llegar el sms al destino
    lastr_comunicaciones = e_comunicaciones;
    lastr Equipos = e_seguridad;
    lastt_ahislamiento = e_comercial;
    lastt_atm = t_atm;
}
```

Figura 41. Imagen de un segmento de la programa del módulo de adquisición de datos, donde se observa configuración y diseño del SMS en formato “CADENA” para ser enviado exclusivamente a los Servidores del BBVA Continental.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. PROGRAMA DEL MODULO RECEPTOR DE DATOS

Basados en el análisis previo se ha elaborado un diagrama de flujo del Módulo Receptor, el cual se visualiza en la figura 42.

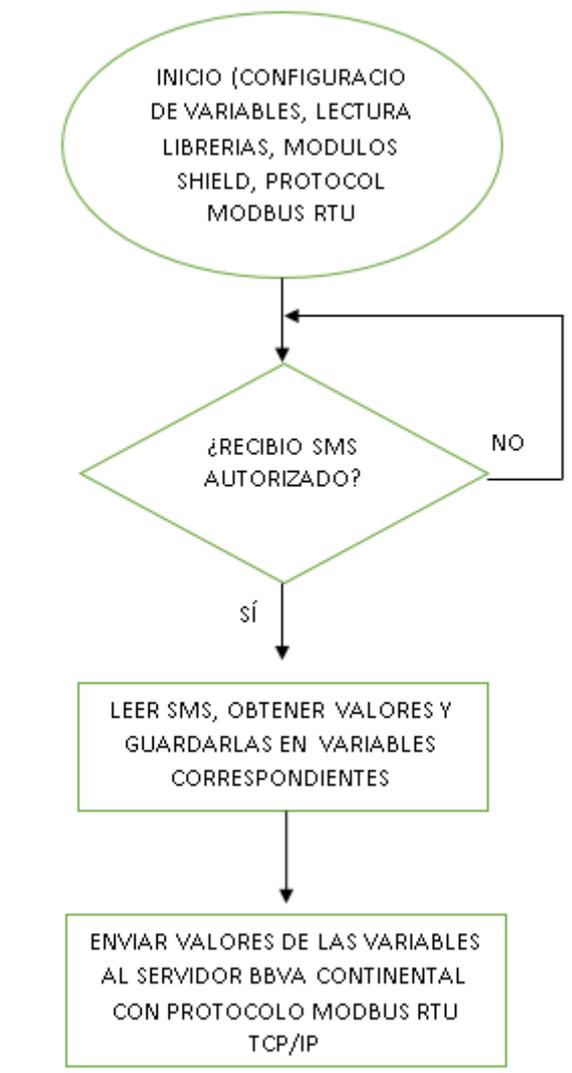


Figura 42. Diagrama de flujo del Módulo Receptor.
Fuente: Elaboración propia

El programa está elaborado en lenguaje de programación C++. En la figura 43 se observa el inicio del programa del Receptor con las configuraciones inicial es: tipo de Microcontrolador, inclusión de librerías, declaración de variables, configuración de la Red y pines serial para comunicación con el SIM900:

```
#include <SoftwareSerial.h> //Comunicacion Serial
#include <SPI.h> //Comunicacion SPI con Ethernet Shield
#include <ethernet.h> //Libreria Ethernet Shield
#include "MgsModbus.h" //Libreria Modbus
#include <separador.h> //Libreria separador cadenas serial.
SoftwareSerial SIM900(7, 8); // Configura el puerto serial para el SIM900

MgsModbusMb;
int inByte = 0; //incoming serial Byte
byte mac[] = {0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0E, 0x94, 0xB5}; //Mac del Modulo ethernet Shield
IPAddress IP(192.168.0.100); //IP en el Rango de RED del Servidor BBVA
IPAddress gateway(192.168.0.1); //Puerta de enlace
IPAddress subnet(255,255,255,0); //Mascara Clase C

float id_atm = 0;
int e_comunicaciones = 0;
int e_seguridad = 0;
int e_comercial = 0;
int t_atm = 0;
unsigned int p_bateria = 0;
char incoming_char = 0; //Variable que guarda los caracteres que envia el SIM900
String agenda[] = {"XXXXXXXX", "YYYYYYYY"}; //Array con los numeros autorizados
int numtotal = 2; //Cantidad de numeros de telefono autorizados
String mensaje = "";
```

Figura 43. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen las configuraciones y lectura de librerías, declaración de variables del programa.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación, se configura el SIM900 para que los SMS recibidos sean enviados por el puerto Seria al Microcontrolador ATMEGA328P, esto permite tener la información y poder procesarla. A su vez se activa los registros de almacenamiento del protocolo ModBus.

```
void loop()
{
    //Inicializa SIM900
    SIM900.print("AT+CLIP=1\r"); // Activa la identificación de llamada
    delay(100);
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); //Configura el modo texto para enviar recibir
    mensajes
    delay(1000);
    SIM900.print("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r"); // contenido SMS por Serial SIM900
    SIM900.begin(19200); //Configura velocidad del puerto serie para el SIM900
    Serial.begin(19200); //Configura velocidad del puerto serie del Arduino
    //Activa Modulo ethernet
    Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
    //Registros de Memoria del ModBus
    Mb.MbData[0] = 0; //Holding Reg 40001
    Mb.MbData[1] = 0; //Holding Reg 40002
    Mb.MbData[2] = 0; //Holding Reg 40003
    Mb.MbData[3] = 0; //Holding Reg 40004
    Mb.MbData[4] = 0; //Holding Reg 40005
    Mb.MbData[5] = 0; //Holding Reg 40006
    Mb.MbData[6] = 0; //Holding Reg 40007
}
```

Figura 44. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen las configuraciones SIM900, lectura el SMS por puerto Serie y Registros del protocolo ModBus

Fuente: Elaboración Propia.

Ante la recepción masiva de SMS por los 729 cajeros automáticos del BBVA Continental tipo Isla en Producción, se toma las precauciones del caso para evitar recibir SMS no vinculados al proyecto como, anuncios publicitarios, promociones de la compañía del Chip SIM, etc. En la **Figura 45** se define el código capaz de filtrar SMS provenientes de números telefónicos no autorizados para el proyecto.

```

void loop()
{
//IDENTIFICA SMS PROVENIENTES DE SIM AUTORIZADOS
if (SIM900.available() > 0)
{
incoming_char = SIM900.read(); //Guardamos el carácter del GPRS
for ( int i = 0; i < numtotal; i++)
{
int pos = mensaje.indexOf(agenda[i]);
if (pos >= 0)
{
recepcion_variables();
envio_modbus();
}
}
}
else {
}
}
}

```

Figura 45. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establece la identificación de números que desean adquirir información del módulo a través de la rutina CONSULTA por teléfono Móvil.

Fuente: Elaboración Propia.

Al adquirir la información del SMS por puerto serial, disponemos a segmentar la **Cadena** de Datos, y guardarlas en sus respectivas variables en formato *String* como se aprecia en la Figura 46.

```

recepcion_variables()
{
String datosrecibidos = Serial.readString();

string id_atm = s.separa(datosrecibidos, ',', 0);
string e_comercial = s.separa(datosrecibidos, ',', 1);
string e_comunicaciones = s.separa(datosrecibidos, ',', 2);
string e_atm = s.separa(datosrecibidos, ',', 3);
string n_bateria = s.separa(datosrecibidos, ',', 4);
string dia = s.separa(datosrecibidos, ',', 5);
string mes = s.separa(datosrecibidos, ',', 6);
string año = s.separa(datosrecibidos, ',', 7);
string hora = s.separa(datosrecibidos, ',', 8);
string minuto = s.separa(datosrecibidos, ',', 9);
string segundo = s.separa(datosrecibidos, ',', 10);
}

```

Figura 46. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen las separación de información del SMS y separación por variables.

Fuente: Elaboración Propia.

Una vez adquirido la información del SMS, segmentarlo y guardarlas en sus respectivas variables, se dispone procesarla en los registros y enviarla al Servidor del BBVA Continental, para ello se dispone del protocolo ModBus para el envío de la data. Como se aprecia en la figura 47.

```
void setup() {  
  
    Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);  
  
    Mb.MbData[0] = 0; //Holding Reg 40001  
    Mb.MbData[1] = 0; //Holding Reg 40002  
    Mb.MbData[2] = 0; //Holding Reg 40003  
    Mb.MbData[3] = 0; //Holding Reg 40004  
    Mb.MbData[4] = 0; //Holding Reg 40005  
    Mb.MbData[5] = 0; //Holding Reg 40006  
    Mb.MbData[6] = 0; //Holding Reg 40007  
    Mb.MbData[7] = 0; //Holding Reg 40008  
    Mb.MbData[8] = 0; //Holding Reg 40009  
    Mb.MbData[9] = 0; //Holding Reg 40010  
    Mb.MbData[10] = 0; //Holding Reg 40011  
  
}  
  
void loop()  
{  
  
    Mb.MbData[0] = id_atm;  
    Mb.MbData[1] = e_comercial;  
    Mb.MbData[2] = e_comunicaciones;  
    Mb.MbData[3] = e_atm;  
    Mb.MbData[4] = n_bateria;  
    Mb.MbData[5] = dia;  
    Mb.MbData[6] = mes;  
    Mb.MbData[7] = año;  
    Mb.MbData[8] = hora;  
    Mb.MbData[9] = minuto;  
    Mb.MbData[10] = segundo;  
  
    Mb.MbRun();  
  
}
```

Figura 47 Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen el envío de los valores de las variables al servidor del BBVA continental mediante protocolo ModBus.

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.5 SEGURIDAD DE LA INFORMACION

La información emitida y decepcionada por el modulo, requiere un nivel de **seguridad capaz** de mantener y proteger los datos ante intrusos. El proyecto requiere filtrar números telefónicos de terceros no vinculados a los a la solicitud de envío y recepción de información. Para ello se logró un algoritmo capaz de autorizar únicamente números telefónicos vinculados al servicio.

En la línea de Código de programación se asigna la cantidad y los números telefónicos autorizados asignamos en el proyecto como indica en la figura 48. Esto permite integrar en la memoria del microcontrolador los números SIM para posterior ser comparados con las nuevas solicitudes.

```
char incoming_char = 0; //Variable que guarda los caracteres que envia el SIM900
String agenda[] = {"960537249" , "987654321"}; //Array con los numeros autorizados
int numtotal = 2; //Cantidad de numeros de telefono autorizados
```

Figura 48. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen la cantidad y números permitiros para el proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

Se procede con la etapa de filtración de números telefónicos no asociados al proyecto, las variables ya asignadas son **numtotal = 2** y el **string Agenda [Numero 1, Numero 2]**, estas ya guardadas en la memoria del microcontrolador Atmega 328p serán comparadas al recibir una llamada o SMS de un tercer numero solicitando adquirir la información de los parámetros eléctricos dentro del cajero automático del BBVA Continental.

Al culminar la Llamada del tercer número, el SIM900 envía un valor en formato **Char** de “**NO CARRIER**” por el puerto Serie del Microcontrolador Atmega328P, lo cual permite ingresar a una rutina FOR de 2 bucles (Valor de la variable **numtotal**) para comparar el tercer número con algunos de los números telefónicos ya registrados en la memoria del microcontrolador. Si la comparación no se confirma, se procede a borrar el tercer número telefónico. Pero si la comparación si se confirma se procede a realizar un cambio de estado en un LED indicador y seguir con la secuencia del código que implica el envío de la información que contiene los parámetros eléctricos del cajero automático. Dicho procedimiento se aprecia en la figura 49.

```
void identifica_llamada()
{
    int finllamada = mensaje.indexOf("NO CARRIER");
    if (finllamada >= 0)
    {
        for ( int i = 0; i < numtotal; i++)
        {
            int pos = mensaje.indexOf(agenda[i]);
            if (pos >= 0)
            {
                estado = ! estado ; // cambia estado LED, indica Numero autorizado
                digitalWrite(LED, estado) ;
                Serial.println("\nEl numero esta autorizado");
            }
        }
        mensaje = "" ; //Bórralo para la próxima vez
    }
}
```

Figura 49. Imagen de un segmento del código del módulo Receptor realizados en lenguaje C++, donde se establecen la comparación, autorización y rechazo de números telefónicos
Fuente: Elaboración Propia.

Basados en el análisis previo se ha elaborado un diagrama de Seguridad de la Información, el cual se visualiza en la figura 50.

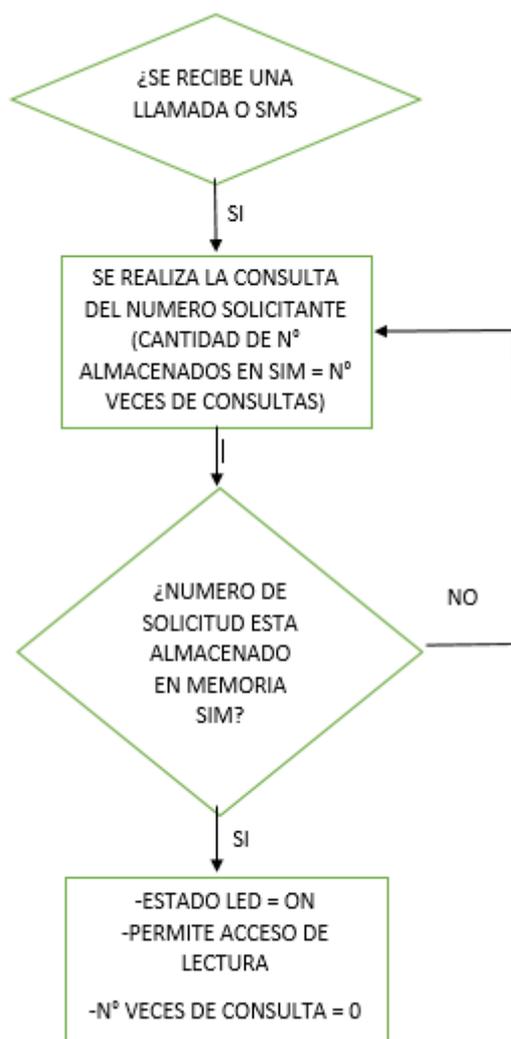


Figura 50. Diagrama de Seguridad de la Información.
Fuente: Elaboración propia

3.2. PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas realizadas en ambos módulos (Emisor y Receptor) están basadas en simulaciones de software Proteus, Arduino IDE Serial Port, y Struxure Data Center.

PRUEBA MODALIDAD POR CONSULTA

Se realiza una prueba con los siguientes datos de las variables críticas simuladas:

- ✓ IDE ATM = ATM 800 EXSA - LURIN
- ✓ ENERGIA COMERCIAL = 1 (Estado Lógico Digital, Energizado)
- ✓ EQUIPO COMUNIACIONES = 0 (Estado Lógico Digital, Sin energía)
- ✓ EQUIPO SEGURIDAD = 0 (Estado Lógico Digital, Sin energía)
- ✓ ATM = 0 (Estado Lógico Digital, Sin energía)
- ✓ BATERIA DE RESPALDO = 86%
- ✓ TIEMPO = 5/3/2018 5:24:17

Se Realizan las pruebas características de esta modalidad Por *Consulta* el cual consiste en los siguientes pasos:

- 2.3.1 El teléfono móvil solicitar pos SMS o llamada información al módulo emisor y de adquisición de datos,

2.3.2 El microcontrolador mediante la rutina existente en su código, filtra y/o autoriza la solicitud del Teléfono Móvil.

2.3.3 El Modulo Emisor y de Adquisición de Datos, emite un SMS con la información actual de las variables, como se muestra en la Figura 50.



Figura 51. Imagen de la bandeja de Mensaje de Texto del Teléfono Móvil, indicando la descripción del contenido de la respuesta en SMS por la modalidad CONSULTA.

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza pruebas para corroborar el proceso eficaz de envío de información de los valores de las variables del módulo emisor y adquisición e datos por SMS en Periodos a un teléfono móvil, para la prueba se Configuro él envió por periodos de 15 minutos, el cual se aprecia en la figura 51.

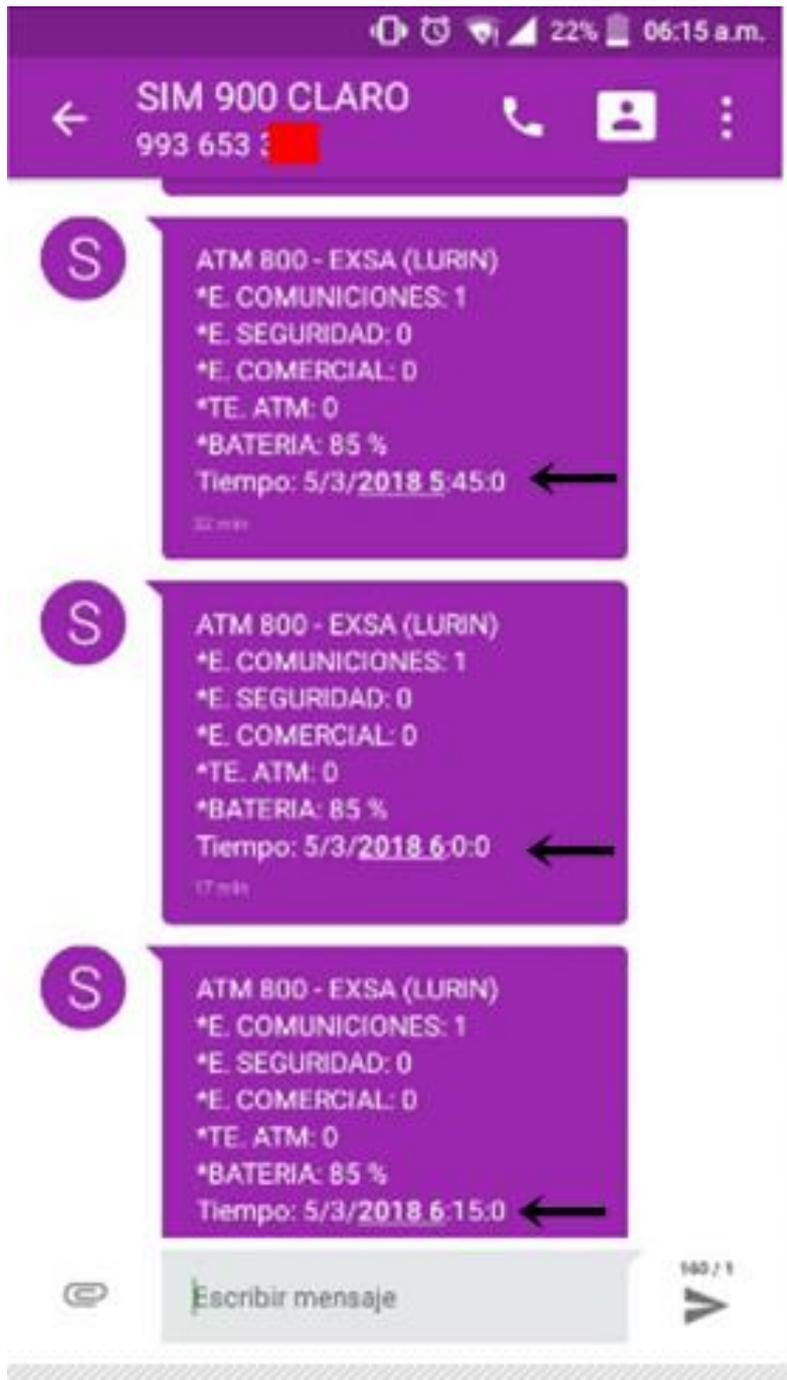


Figura 52. Imagen de la bandeja de Mensaje de Texto del Teléfono Móvil, indicando la recepción de SMS por periodos de cada 15 minutos. Fuente: Elaboración propia.

Esta prueba es muy importante ya que nos permite tener un dominio del Tráfico en la recepción de SMS en el servidor, así mismo la resolución en la Grafica del *STRUXURE DATA CENTER EXPERT*.

PRUEBA MODALIDAD SEDE BBVA CONTINENTAL

Para Realizar esta prueba se implementó un prototipo emisor compacto, capaz de caber dentro del compartimiento del cajero en el C.C Oficina San Isidro Sede Principal que se aprecia en la figura 52.



Figura 53. Instalación del módulo emisor y adquisición de datos en el gabinete del cajero Automático del BBVA Continental.

Fuente: Elaboración propia.

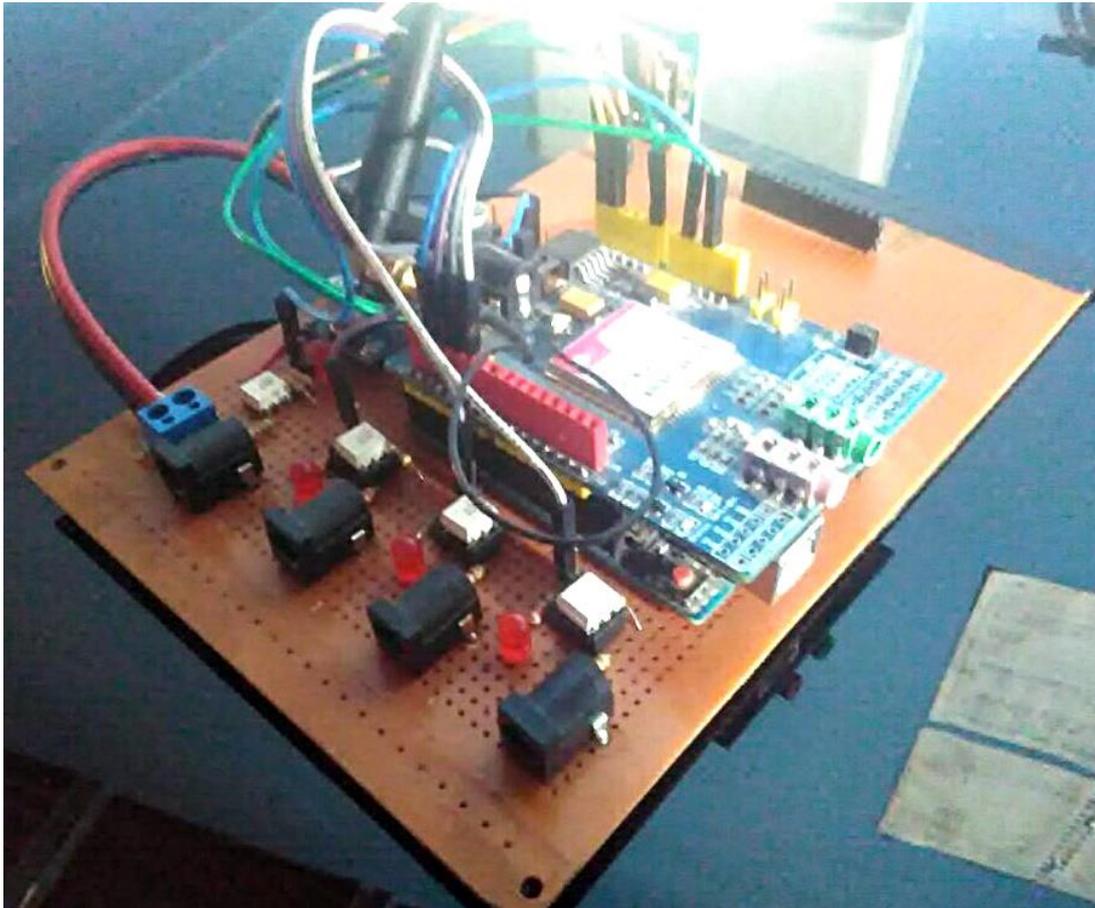


Figura 54, Prototipo Emisor y Adquisición de datos

Fuente: Elaboración propia.

La recepción de información es realizada por un prototipo Receptor situado en el Data Center del BBVA Continental San isidro. Este módulo receptor envía las variables recibidas a los servidores por tecnología ModBus TCP/IP, en un periodo de cada 5 minutos.

El monitoreo se realiza mediante el software STRUXURE WARE DATA CENTER EXPERT 7.4.1, Para la vinculación con nuestro modulo receptor, se configura el dispositivo con las siguientes características:

- Comunicación TCP ModBus
- El modulo receptor debe tener una IP perteneciente a la RED del servidor del BBVA Continental.
- Puerta de Enlace compatible

Datos de la tabla de sensores

Datos de tabla para uno sensor. 289 puntos de datos totales para 04/03/2018 09:26:30 PM - 05/03/2018 09:26:30 PM

Buscar Borrar 289 de 289 puntos de datos mostrados Página 1 de 1

Dispositivo	Dispositivo principal	Sensor	Ubicación	Hora	Valor	Unidades
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:12:32 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:16:05 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:21:06 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:26:06 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:31:06 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:36:07 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:41:07 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:46:08 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:51:08 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 09:56:07 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:01:08 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:06:07 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:11:06 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:16:05 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:21:04 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:26:03 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:31:03 PM	Conectado	
142 C.C SAN ISIDRO (118.2.5...	localhost (StruxureWare Dat...	Estado del vínculo	OF, 142 C.C SAN ISIDRO	04/03/2018 10:36:02 PM	Conectado	

?

Aceptar

Figura 55. Datos de la tabla de sensores (Equipo de comunicación) obtenidos por el modulo receptor en periodos de 5 minutos.

Fuente: Interfaz Struxure Ware Data Center.



Figura 56. Gráfico de los valores de la tabla de sensor Equipo de Comunicación, Lectura digital

Fuente: Interfaz Struxure Ware Data Center.

CONCLUSIONES

1. Se logró diseñar un sistema de telemetría utilizando tecnología GSM y protocolo ModBus, para obtener variables eléctricas en cajeros automáticos del BBVA continental con finalidad de reducir y optimizar las gestiones técnicas en monitoreo e incidencias.
2. Se realizó el diseño un módulo electrónico para monitorear parámetros eléctricos dentro de los cajeros automáticos del BBVA Continental.
3. Se diseñó y realizo un prototipo de un módulo electrónico para la emisión y recepción de parámetros eléctricos y envió de la información a los servidores del BBVA Continental utilizando tecnología GSM y protocolo ModBus
4. Se ejecutó las modalidades de envío de información por solicitud de “CONSULTA” y “Monitoreo Sede BBVA” obteniendo tiempos de respuestas óptimos y sin pérdida de mensajes.
5. Se incluyó la fecha y hora de la variable *Tiempo* dentro del SMS enviado por el modulo emisor y adquisición, importante ante latencia en la red GSM.
6. Se realizó pruebas eficientes del prototipo del módulo emisor y adquisición de datos.
7. Se hicieron pruebas dentro del módulo emisor y adquisición de datos en compartimiento interno de un cajero automático ubicado en el Sótano N° 2 de la sede principal del Banco BBVA Continental, superando el factor de nivel cobertura de la compañía celular del chip SIM.

RECOMENDACIONES

1. Debido a la ubicación de los cajeros automáticos del BBVA continental tipo Isla en zonas rurales, se recomienda da realizar pruebas de cobertura de la red GSM, y optar adquirir el CHP SIM de la empresa que brinde una mejor calidad en su señal.
2. Como trabajo futuro se podría incorporar a este sistema más variables a monitorear, es así como un sensor de temperatura, sensores de seguridad, etc.

BIBLIOGRAFIA

[1] Romero, D (2015) *Diseño de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos basado en tecnología GSM para un riogenerador PUCP*. (Tesis de titulación). PUCP. Lima.

[5] Bocanegra, R (2012). En su trabajo de investigación: “*Desarrollo de una aplicación web para el monitoreo de vehículos con dispositivos GPS que comercializa una empresa de telecomunicaciones* (Tesis de titulación). URP. Lima.

[3] Cornejo, A (2010) *Diseño e implementación de un sistema de telemetría utilizando tecnología GSM; para el monitoreo de los parámetros de temperatura, presión de aceite, velocidad de giro del motor y velocidad de desplazamiento de un vehículo Chevrolet Optra 2008* (Tesis pregrado). UPS. Ecuador.

[4] Oyarce A (2009) *Implementación del protocolo ModBus sobre una tarjeta de desarrollo para su uso sobre una red GSM con enfoque en telemetría*. (Tesis de titulación). Universidad de Chile. Chile.

[5] TEXAS INSTRUMENTS.INCORPORATED (2003). *Hoja de datos del dispositivo regulador de voltaje 78L05*. Recuperado de: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>

[6] SIMCOM (2010). *Hardware Desing v.2*. Recuperado de: <datasheet.octopart.com/SIM900-Simcom-datasheet-17594122.pdf>

[7] Velascos, N. (2005). *Sistema embebido para la conexión de un PLC SIEMENS S7-200 a la red GSM* (Proyecto fin de carrera). Universidad de Sevilla. Sevilla.

[8] Lezama, E. (2005). *Sensores Magnéticos e Inductivos* (tesis de titulación). UAEH. México.

[9] RTC DS1307 (2009) *Hoja de datos y manual del módulo reloj ds1307*. Recuperado de: http://hispavila.com/total/3ds/atmega/descargas/ds1307_esp.pdf

[10] RTC DS1307 (2009) *Hoja de datos y manual del módulo reloj ds1307*. Recuperado de: http://hispavila.com/total/3ds/atmega/descargas/ds1307_esp.pdf

[11] MODBUS TCP/IP (2018) *Hoja de datos y manual del protocolo ModBus TCP/IP*. Recuperado de: <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/>

[12] W5100 DATASHEET (2016) *Hoja de datos del W5100 version 1.2.7*. Recuperado de: http://www.wiznet.io/wpcontent/uploads/wiznethome/Chip/W5100/Document/W5100_Datasheet_v1.2.7.pdf

[13] Tigor, Hamonangan (2017) *Prototipo de control de electrodomésticos mediante el módulo GSM y Arduino*, Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7939237>

[14] www.academia.edu/8676608/Especificaciones_El_Atmega328_AVR consultada 30-05- 2017

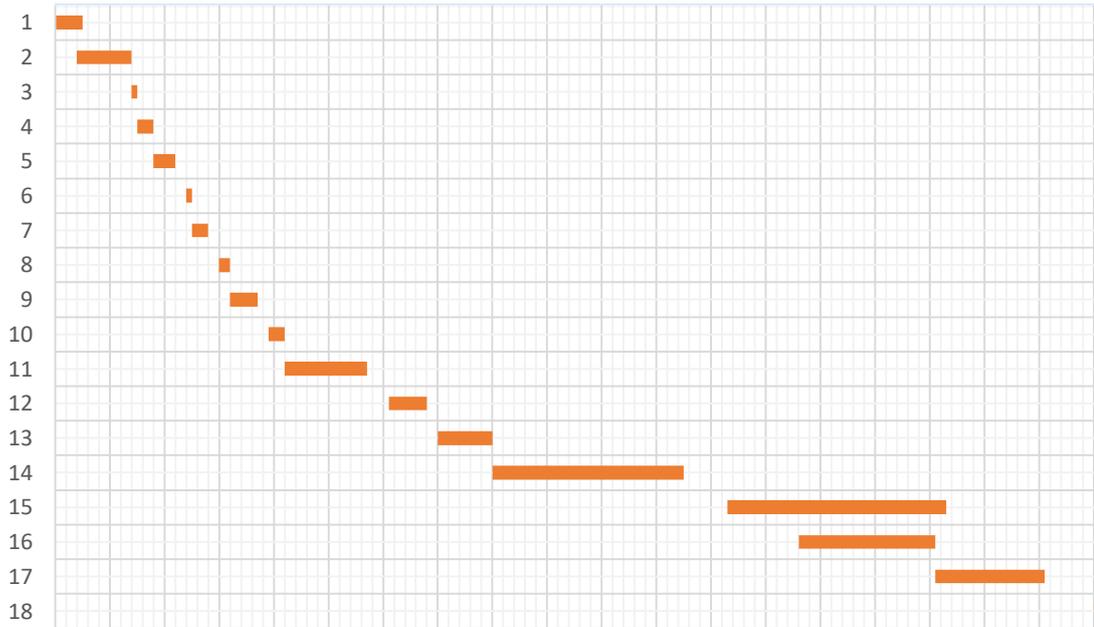
ANEXOS

DIAGRAMA DE GANTT

ACTIVIDADES

- 1 Recolección recursos
- 2 Investigar productos similares en otras empresas
- 3 Seleccionar el módulo SIM900
- 4 Analizar hoja de datos
- 5 Buscar información e investigar protocolo ModBus
- 6 Compra de componentes necesarios
- 7 Diseño electrónico adquisición de datos
- 8 Implementación del módulo RTC DS 1307
- 9 Implementación diagrama general del sistema
- 10 Programación tarea sensado de entradas
- 11 Programación tarea módulo SIM900
- 12 Programación tarea sensor ModBus
- 13 Integración con Hardware
- 14 Pruebas del sistema en el campo
- 15 Corrección de errores
- 16 Documentación informe avance
- 17 Escribir informe Final
- 18 Realizar Presentación

1-Mar. 10-Feb. 28-Feb. 8-Ene. 29-Ene. 19-Ene. 9-Dic. 30-Dic. 20-Dic. 10-Dic. 30-Nov. 20-Nov. 10-Nov. 30-Oct. 10-Oct. 31-Oct. 21-Oct. 11-Oct. 1-Oct. 21-Set. 11-Set. 1-Set.



	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
FECHA DE INICIO	10-Mar	9-Feb	15-Ene	2-Ene	20-No	10-No	1-Nov	13-Oc	10-Oc	3-Oct	1-Oct	26-Se	25-Se	19-Se	16-Se	15-Se	5-Set	1-Set
DURACION	1	20	25	40	35	10	7	15	3	5	2	3	1	4	3	1	10	5

COMPARACIONES CON OTROS SISTEMAS DE MONITOREO (UPS)

Se realiza la comparación con otros sistemas de monitoreo, a nivel de software y hardware. Dicha comparación nos permite distinguir el alcance, costo, rendimiento, tecnología etc.

Para la comparación, considerando que el “módulo de monitoreo de parámetros eléctricos” esta aplicado para Cajeros automáticos del BBVA continental, se eligió un modelo de “UPS” ya utilizado en dichos compartimientos.

	UPS		MODULO DE MONITOREO DE PARAMETROS ELECTRICOS	
	CARACTERISTICA	DETALLES	CARACTERISTICA	DETALLES
MARCA/MODELO	GERER LENERGIE S.A. VH Series	Modelo de UPS con mayor demanda en instalaciones de poco consumo eléctrico, aplicado en Cajeros Automáticos del BBVA Continental	Elaboración Propia	Modulo realizado con fines experimentales para el trabajo de suficiencia.
COSTO	S/. 2,500	Proveedor: ByF Power	S/. 190	Costo total en materiales y elaboración del circuito electrónico
REDES	TCP/IP	Protocolo de comunicación soportado	GSM - TCP/IP - MODBUS	Protocolos de comunicación soportados
MEDIO DE CONECTIVIDAD	Alámbrico (ETHERNET)	utiliza cable Rj45 como conexiones físicas	Inalámbrico	Conexión: GSM
TIEMPO BATERIA DE RESPALDO	15 minutos	Duración aproximada de duración de la batería de respaldo ante una pérdida de tensión. Cabe resaltar que UPS alimenta varios equipos del Cajero automático.	20 horas	Duración aproximada de duración de la batería de respaldo ante una pérdida de tensión. Cabe resaltar que el sistema solo alimenta al modulo
TAMAÑO	Amplio	No recomendable por el limitado espacio en el gabinete de comunicaciones del cajero automático	Compacto	Adecuado ante el limitado espacio del gabinete de comunicaciones del cajero automático.
PERSONAL DE MONITOREO	Monitoreo Sistelec	Empresa tercero, el cual origina un costo adicional por el servicio de Monitoreo.	Lan Gestionada BBVA	Área de monitoreo de redes del BBVA Continental.
VARIABLES	Energia Comercial, Energia retificada, Bateria Respaldo	La cantidad de variables a monitorear depende de modelo del Ups y de la licencia contratada por el servicio.	Energía Comercial, Bateria Respaldo, Tiempo, Equipos de Comunicaciones, Seguridad y ATM	VARIABLES ya establecidas en el módulo, sin embargo a futuras versiones se puede añadir más variables en el proceso.
SOFTWARE	WAMUPS	software de monitoreo remota integral de ups con plataforma web y aplicativo móvil.	STRUXURE DATA CENTER EXPERT	Software que brinda soluciones de monitoreo centralizado de la infraestructura física de múltiples proveedores: potencia, refrigeración, seguridad y medio ambiente. Genera informes y gráficos definidos por el usuario. Cabe indicar que dicho software ya está implementado en otras actividades correspondiente en el BBVA Continental, sincronizarla con el modulo no genera ningún gasto adicional.