



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATIZACIÓN

TEMA:

**Diseño de un sistema embebido, para el control de temperatura en  
camiones de frio, utilizando tecnología M2M.**

AUTOR:

**Sedamanos Saca, Jonathan Javier**

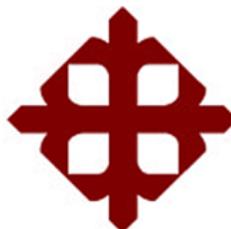
Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de  
**INGENIERO ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

TUTOR:

**Córdova Rivadeneira, Luis Silvio**

Guayaquil, Ecuador

21 de Marzo del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **Sedamano Saca, Jonathan Javier** como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO.**

TUTOR

---

Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

DIRECTOR DE CARRERA

---

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 21 días del mes de Marzo del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Sedamanos Saca, Jonathan Javier**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación “**Diseño de un sistema embebido, para el control de temperatura en camiones de frio, utilizando tecnología M2M**”. Previo a la obtención del Título de **Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 21 días del mes de Marzo del año 2017

EL AUTOR

---

SEDAMANOS SACA, JONATHAN JAVIER



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Sedamanos Saca, Jonathan Javier**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Diseño de un sistema embebido, para el control de temperatura en camiones de frio, utilizando tecnología M2M**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 21 días del mes de Marzo del año 2017

EL AUTOR

---

SEDAMANOS SACA, JONATHAN JAVIER

# REPORTE DE URKUND

**URKUND** Luis Córdova Rivadenería (luis\_cordova)

<b>Documento</b>	<a href="#">TESIS TT Final.docx</a> (D26410160)
<b>Presentado</b>	2017-03-15 00:45 (-05:00)
<b>Recibido</b>	luis.cordova.ucsg@analysis.orkund.com
<b>Mensaje</b>	RV: TESIS JONATHAN SEDAMANOS <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 2% de esta aprox. 34 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 5 fuentes.

Lista de fuentes		Bloques
+	Categoría	Enlace/nombre de archivo
+		<a href="#">T-UCSG-PRE-TEC-ECA-2.pdf</a>
+		<a href="http://leopoldosantibanez.blogspot.com/feeds/posts/default?orderby=updated">http://leopoldosantibanez.blogspot.com/feeds/posts/default?orderby=updated</a>
+		<a href="http://www.queclink.com/es/GV300">http://www.queclink.com/es/GV300</a>
+		<a href="http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/1025163015radB52B3.pdf">http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/1025163015radB52B3.pdf</a>
+		<a href="http://segcontrol.com.co/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=119:equipos-star-...">http://segcontrol.com.co/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=119:equipos-star-...</a>
+		<a href="http://www.claef.pe/oi/cable-usb-arduino-mega/">http://www.claef.pe/oi/cable-usb-arduino-mega/</a>

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

TEMA: Diseño de un sistema embebido, para el control de temperatura en camiones de frío, utilizando tecnología M2M.

AUTOR: Sedamanos Saca Jonathan Javier

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de INGENIERO ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

TUTOR: Ing. Córdova Rivadeneira, LuisMSc.

Guayaquil, Ecuador

Marzo del 2017

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. Sedamanos Saca Jonathan Javier

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero comenzar agradeciendo a mis padres y hermanos quienes han sabido iluminar mi vida estudiantil con sus consejos y experiencia, a mi docente Ing. Luis Córdova Rivadeneira quien con su apoyo constante ha sabido guiarme y despejar dudas en el proceso de titulación, terminando agradecer a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y en especial a todo el grupo docente que conforma la Facultad Técnica para el Desarrollo por inculcar conocimiento y ética a sus estudiante.

EL AUTOR

SEDAMANOS SACA, JONATHAN JAVIER

## **DEDICATORIA**

Desde los inicios de mi carrera mi familia es quien me ha apoyado y es por ello que el esfuerzo de mis padres Digar Sedamanos e Hilda Saca quienes se han preocupado siempre por el bienestar y sacrificio de todos los que conformamos la Familia Sedamanos Saca, se ve reflejado en el presente trabajo de titulación dedicando cada minuto que he pasado para poder triunfar en mi carrera estudiantil.

**EL AUTOR**

**SEDAMANOS SACA, JONATHAN JAVIER**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_  
**CORDOVA RIVADENEIRA, LUIS SILVIO**  
TUTOR

f. \_\_\_\_\_  
**HERAS SÁNCHEZ, MIGUEL ARMANDO**  
DIRECTOR DE CARRERA

f. \_\_\_\_\_  
**ROMERO ROSERO, CARLOS BOLÍVAR**  
OPONENTE

## Índice General

Índice de Figuras .....	XII
Índice de Tablas.....	XIII
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes. ....	3
1.3. Planteamiento del Problema.....	7
1.4. Justificación del Problema.....	7
1.5. Objetivos de la Investigación.....	8
1.5.1. Objetivo General.....	8
1.5.2. Objetivos Específicos. ....	8
1.6. Hipótesis. ....	8
1.7. Metodología de Investigación.....	8
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>9</b>
2.1. Sistemas Embebidos.....	9
2.1.1. Funciones de los sistemas embebidos .....	10
2.1.2. Características de hardware y software de los sistemas embebidos..	11
2.1.3. Elementos de los Sistemas Embebidos .....	15
2.1.4. Microprocesadores de propósito general .....	16
2.1.5. Memoria .....	17
2.1.6. Reloj del sistema .....	17
2.1.7. Microcontroladores / Procesadores Embebidos .....	17
2.2. Sistemas automáticos de control.....	19
2.2.1. Representación de un sistema básico de control.....	19
2.2.2. Elementos en un sistema de control. ....	20
2.2.3. Sistema de control en lazo abierto.....	21
2.2.4. Sistema de control en lazo cerrado.....	22
2.2.5. Realimentación de sistemas .....	23
2.2.6. Acciones básicas de control .....	23

2.2.7	Acción proporcional-integral-derivativo (PID) .....	24
2.3.	Tecnología M2M.....	26
2.3.1.	¿Aplicaciones para máquinas, para personas o para ambos? .....	27
2.3.2.	Función de la tecnología M2M (Machine to Machine) .....	28
2.3.3.	Arquitectura de las tecnologías M2M .....	29
2.3.4.	Capacidades de servicio M2M .....	31
2.3.5.	Arquitectura Funcional de Alto Flujo de eventos de nivel M2M .....	33
2.3.6.	Requisitos M2M .....	34
2.3.7.	Desafíos de desarrollar Tecnología M2M .....	35
2.4.	Transporte de alimentos perecederos. ....	36
2.4.1.	Equipos para transportar alimentos perecederos.....	36
2.4.2.	Normas del Codex Alimentarius.....	37
2.4.3.	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria .....	38
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA UTILIZADA Y PROPUESTA DE ESTUDIO ....</b>		<b>40</b>
3.1.	Análisis de la Investigación .....	40
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	40
3.1.2.	Métodos Utilizados .....	40
3.2.	Propuesta de Estudio .....	41
3.3.	Sistema de control automático modelo o mapa conceptual. ....	41
3.4.	Dispositivos utilizados para la construcción del sistema .....	42
3.4.1.	Arduino mega 2560 .....	42
3.4.2.	Display LCD 16x2 .....	44
3.4.3.	Circuito dimmer .....	44
3.4.4.	Sensor de temperatura DS18B20 .....	45
3.4.5.	Sensor de temperatura DHT11 .....	46
3.4.6.	Módulo L298N .....	46
3.4.7.	Módulo GV300.....	47
3.4.8.	MAX232.....	49
3.5.	Diseño Electrónico .....	50

3.5.1. Módulo Dimmer .....	50
3.5.2. Conversor de Señal TTL a RS232 .....	52
3.6. Programación del Controlador .....	53
3.7. Funcionamiento .....	61
3.8. Esquema electrónico del circuito .....	62
3.9. Instalación de componentes en la maqueta .....	63
3.10. Análisis de presupuesto económico .....	64
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>65</b>
4.1. Conclusiones .....	65
4.2. Recomendaciones .....	66
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>67</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>79</b>

## Índice de Figuras

### CAPÍTULO 2

Figura 2. 1: Microprocesadores de propósito múltiple (Jain, 2012) .....	16
Figura 2. 2: Microcontroladores .....	18
Figura 2. 3: Componentes básicos de un Sistema de Control.....	20
Figura 2. 4: Sistema de Control de lazo abierto .....	21
Figura 2. 5: Diagrama de Bloques de un sistema de control de lazos cerrado .....	22
Figura 2. 6: Diagrama en bloque de un control PID .....	25
Figura 2. 7: M2M Machine-to-Machine .....	27
Figura 2. 8: Arquitectura principal de la Tecnología M2M .....	29
Figura 2. 9: Servicio M2M capacidades de la arquitectura.....	32
Figura 2. 10: Arquitectura Funcional de Alto Flujo de eventos de nivel M2M	33

### CAPÍTULO 3

Figura 3. 1: Sistema de control automático modelo o mapa conceptual. ....	42
Figura 3. 2: Arduino mega 2560 .....	43
Figura 3. 3: Display LCD 16x2 .....	44
Figura 3. 4: Circuito Dimmer.....	44
Figura 3. 5: Sensor de temperatura DS18B20 .....	45
Figura 3. 6: Sensor de temperatura DHT11.....	46
Figura 3. 7: Variador de Velocidad de los ventiladores.....	47
Figura 3. 8: Módulo GV300.....	48
Figura 3. 9: Conexión de la tarjeta Max 232 en la tarjeta Arduino .....	50
Figura 3. 10: Diseño de circuito DIMMER .....	51
Figura 3. 11: Diseño PCB de circuito DIMMER.....	51
Figura 3. 12: Diseño de circuito Conversor TTL a RS232.....	52

Figura 3. 13: Diseño PCB de circuito Conversor TTL a RS232.....	52
Figura 3. 14: Encabezado del Programa.....	53
Figura 3. 15: Definición de Variables del PID.....	53
Figura 3. 16: Inicialización de dispositivos.....	54
Figura 3. 17: Funciones del DIMMER.....	54
Figura 3. 18: Encendido del TRIAC.....	55
Figura 3. 19: Lectura de Temperatura y procesada en el PID.....	55
Figura 3. 20: Inversor de Datos para DIMMER.....	56
Figura 3. 21: Presentación de los datos en la Pantalla LCD.....	56
Figura 3. 22: Envío de Datos al GV300 y al monitor serial.....	57
Figura 3. 23: Configuración servidor.....	58
Figura 3. 24: Ajuste de hora local dispositivo.....	58
Figura 3. 25: Configurar reportes de ubicación.....	59
Figura 3. 26: Ajuste de puerto serie.....	59
Figura 3. 27: Transmisión de datos.....	60
Figura 3. 28: Presentación de la información remotamente.....	60
Figura 3. 29: Diseño prototipo de un sistema embebido de control y monitoreo de temperatura.....	62
Figura 3. 30: Maqueta del circuito controlador de temperatura.....	63

## Índice de Tablas

### CAPÍTULO 3

<i>Tabla 3. 1:</i> Presupuesto de Materiales para Proyecto.....	64
---	----

## Resumen

Con un entorno inteligente, ha sido la fantasía de muchos escritores y científicos por años. Esta aspiración cada vez está más cerca de convertirse en una realidad, ya que la próxima generación de redes estará abocada directamente a la comunicación entre máquinas, ya que estas estén totalmente integradas a nuestras vidas. Actualmente, algunos de los principales usos de la comunicación entre máquinas incluyen la telemetría, la domótica, la seguridad, el control de flota y las redes de sensores. Los avances tecnológicos han permitido desarrollar dispositivos de menor tamaño, económicos y con mayor capacidad de procesamiento y comunicación, lo que ha derivado en que el mercado de las comunicaciones entre máquinas cada día se vuelva más atractivo. El factor que embaraza todos estos procesos está radicado en la inversión de tiempo y recursos necesarios para resolver los problemas de comunicación e identificación de dispositivos, problemática que se será tratada y solucionada en este trabajo de titulación, mediante un intermediario activo para la comunicación entre máquinas y las librerías necesarias para poder utilizar este intermediario.

**Palabras Claves:** ENTORNO INTELIGENTE, COMUNICACIÓN, TELEMETRÍA, DOMÓTICA, REDES Y SENSORES.

## **Abstract**

With an intelligent environment, it has been the fantasy of many writers and scientists for years. This aspiration is becoming closer to becoming a reality, since the next generation of networks will be directly involved in the communication between machines, as these are fully integrated into our lives. Currently, some of the main uses of inter-machine communication include telemetry, home automation, security, fleet control and sensor networks. The technological advances have allowed to develop devices of smaller size, economic and with greater capacity of processing and communication, which has been in that the market of the communications between machines every day becomes more attractive. The factor that impregnates all these processes is rooted in the investment of time and resources necessary to solve the problems of communication and identification of devices, a problem that will be treated and solved in this titling work, through an active intermediary for communication between machines And the libraries necessary to use this intermediary.

**Keywords:** INTELLIGENT ENVIRONMENT, COMMUNICATION, TELEMETRY, DOMOTICS, NETWORKS AND SENSORS.

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción.**

Actualmente el mercado mundial y la globalización han hecho que los países requieran la manipulación de los productos que movilizan y exportan con mejores prácticas, siguiendo estrictas reglas y normas de calidad nacional e internacional, especialmente en productos orgánicos donde las exigencias del mismo, con respecto a su descomposición o alteración pueden significar la caída en la distribución de lo facturado y con esto repercutir en graves problemas de ingresos para la compañía.

Por cuya razón muchas empresas ofrecen servicio de transportación de productos especialmente de tipo orgánicos garantizan el destino de la mercadería en excelentes condiciones, para ello utilizan transportes que poseen un sistema de refrigeración que asegura que el producto orgánico no llegue descompuesto a su destino sino más bien en condiciones de frescura, sin alteraciones y en excelente estado, incluso aseguran el registro de temperatura pero no en tiempo real, sin embargo esto no es suficiente, ya que los diferentes productos requieren de estar en una temperatura precisa para no sufrir cambios, esto quiere decir no muy congelados, ni tampoco por debajo de lo requerido , para esto se requiere además de monitorearlos tener un sistema que automatice el control de temperatura ideal, para los diferentes productos a movilizar.

En esta trabajo de titulación se propone diseñar un sistema en tiempo real o sistema embebido capaz de controlar y monitorear la temperatura en transportes de carga frigorífica, utilizando la tecnología M2M, para lo cual primeramente se debe analizar y recopilar toda la información necesaria para el sistema de tal forma que se pueda simularlo e Interpretarlo en un prototipo que represente al sistema de control y monitoreo de temperatura, para finalmente proponer un diseño ideal del sistema de control y monitoreo

de temperatura para transportes de carga frigorífica, utilizando la tecnología M2M.

Este trabajo de titulación se forma de cuatro capítulos, el primer capítulo inicia desde la introducción, donde se aborda las razones, pertinencia, importancia, el problema de investigación y los objetivos del proyecto de titulación a desarrollar, luego se detalla la justificación del problema, la hipótesis planteada, la metodología de investigación utilizada y los diferentes métodos usados.

El segundo capítulo trata de los fundamentos teóricos en el que se detalla conceptos importantes relacionados con el estudio y los diversos enfoques que se han realizado en torno a él; el cual propone un referente que permite entender la importancia y validez de la investigación, así como los elementos que posibilitan la realización de su estudio.

El tercer capítulo hace referencia en la manera de obtener los datos, su tabulación y análisis, se utilizan para este caso software de simulación, herramientas y material de ayuda usado, para la presentación de los datos capítulo trata de la propuesta del diseño, estudio tecnológico y económico.

El cuarto y último se redacta las conclusiones y recomendaciones al estudio en mención.

## **1.2. Antecedentes.**

En Marzo del 2012 fue presentado en la Universidad Politécnica de Cataluña la tesis titulada “Sistema de adquisición basado en arduino para aplicaciones de control” por Miguel Ángel Granado Navarro.

Este proyecto busca diseñar e implementar un sistema de adquisición de bajo costo destinado a aplicaciones de control utilizando la plataforma de

prototipos arduino, el cual se ha convertido en un popular microcontrolador de una sola placa de código abierto.

Como metodología usada en este trabajo de tesis primero explica las principales características de un sistema de adquisición y estudia la actuación del sistema y detalla cada una de sus etapas, luego implementa un prototipo explicando todos los componentes utilizados para diseñar el conjunto del sistema, detallando todas las especificaciones, tecnologías y cualquier particularidad sobre cada uno de ellos, finalmente aplica el sistema de control de temperatura explicando la aplicación de control desarrollada en este proyecto con todos los detalles teóricos y prácticos. Esta aplicación permite controlar la temperatura del agua en un frasco, utilizando el controlador PID.

El objetivo de este sistema es comprobar el correcto funcionamiento del sistema general descrito en secciones anteriores.

En este proyecto de tesis concluyen que el sistema global cumple con todos los objetivos propuestos en el proyecto el hardware y los algoritmos de control implementados son capaces de adquirir datos de los sensores. Además, puede procesar datos en ambas direcciones, por lo tanto es un sistema bidireccional.

Los prototipos finales disponibles en el proyecto son:

Sistema de adquisición conectado directamente a una computadora vía USB, sistema de adquisición autónomo y un sistema de adquisición conectado a una computadora vía inalámbrica (Zigbee o wifiprotocolo).

Por lo tanto, la plataforma seleccionada ha permitido estudiar muchas posibilidades relacionados con la comunicación, diseño de circuitos y el algoritmo a través de diferentes herramientas como IDE arduino, LabVIEW o

Procesamiento. En conclusión, el desarrollo de este proyecto ha permitido un conocimiento interdisciplinario en diferentes áreas de la tecnología.

En Junio 2014 Rubén Cabello Chacón de La Universidad Abierta de Cataluña, conocida como la UOC, presenta un proyecto de grado llamado “Control domótico de temperatura mediante arduino UNO”.

Este proyecto tiene como objetivo principal plantear una solución basada en plataformas de open hardware y open software, con esto se ofrece una solución económica y con gran facilidad de modificación del firmware del sistema.

Se ha seguido una metodología primero de desarrollo temporal y planificación del trabajo y una marcación de los hitos más importantes, también se ha utilizado una estructura Work Breakdown Structure (WBS), en donde se realiza una descomposición jerárquica de los entregables del proyecto, luego se analizó diferentes ejemplos de adquisición de datos, todos ellos disponibles en la página de la comunidad de arduino, en la cual existen tutoriales básicos para poder realizar la toma de datos de diferentes sensores disponibles en el mercado, también se utilizó librerías de software y se analizó su funcionamiento, han sido de vital importancia a la hora de planificar y desarrollar el firmware de ambos nodos, tanto las librerías existentes para poder representar en la pantalla LCD los datos adquiridos por el sensor de temperatura así como la librería creada por la comunidad de arduino para poder implementar un lazo PID sobre las medidas realizadas, finalmente para realizar la conexión de radioenlace mediante tecnología zigbee , se ha tenido que realizar distintas pruebas de envío de datos, desde una transmisión básica hasta envío de datos deseados para el funcionamiento final del sistema.

Como conclusión de este proyecto de tesis, se ofrece la posibilidad de una fácil ampliación de más estaciones de radio frecuencia debido a la

utilización de open hardware, utilizando el mismo nodo central, también ofrece la oportunidad de emplear otros sensores diferentes como (luz, humedad, gases, entre otros) incorporándolos en el mismo circuito ya creado, al usar software abiertos, la configuración se vuelve sencilla por la gran cantidad de documentación disponible. Otro punto importante de conclusión es la parte económica que resulta el producto final, como se ha indicado se basa en la utilización de open hardware, open software y una banda no licenciada de radiofrecuencia, lo cual al no ser propietario reduce drásticamente el coste total del proyecto. (Chacón, 2014).

En el proyecto de fin de carrera titulado “Sistema de control de temperatura a través de arduino y la tecnología GPRS/GSM, por el autor Alberto Castro Domínguez de la Universidad Politécnica de Madrid, destaca como objetivo principal del proyecto estudiar las posibilidades de desarrollo de un sistema para el control de la temperatura basado en la plataforma arduino, implementado un sistema que permite la consulta y control de la temperatura ambiente a través de la red de comunicaciones móviles.

Como metodología del proyecto primero analiza diferentes placas arduino, se evalúan una serie de módulos de expansión (shields) compatibles con dicha plataforma que permiten ampliar sus funcionalidades, dotando al dispositivo de un sistema de comunicación basado en la tecnología GPRS/GSM, luego realiza un estudio de diferentes sensores actuadores compatibles con arduino y desarrolla un pequeño sistema de alarma capaz de detectar temperaturas extremas.

Como conclusión diseña una aplicación basada en el entorno de desarrollo arduino que permita evaluar las distintas capacidades del sistema, así como la comunicación con la plataforma a través de SMS para el monitoreo remoto de la temperatura.

En Ecuador las empresas de lógicas y transporte de carga de productos especialmente los sensibles a descomponerse o dañarse por falta de un ambiente apropiado, ofrecen el servicio de trasladar estos productos en grandes congeladores, pero no son capaces de poder controlar y monitorear en tiempo real la cadena de temperatura de la cadena de congelación, con sistemas que generen exactitud en la temperatura ideal y que esta sea programable y de bajo costo.

### **1.3. Planteamiento del Problema.**

¿Cómo afecta la Temperatura en la calidad y vulnerabilidad de los productos perecibles que son transportados por servicios lógicos en todo el Ecuador actualmente?

### **1.4. Justificación del Problema.**

En base a la gran problemática se requiere diseñar un sistema embebido que controle la temperatura en transportes de carga frigorífica, utilizando tecnología M2M esto significa que a su vez se pueda monitorear en tiempo real a través de una plataforma en internet, sirviendo a las empresas de logística y transporte de carga, mejorando el proceso en cadena de frío de muchos productos especialmente de tipo orgánicos, que debido a su costo es importante asegurar que no se descompongan y porque adicionalmente a esto existen normas y exigencias a nivel nacional e internacional que conllevan a que los productos especialmente de tipo orgánico y medicinales lleguen con calidad y en excelente estado, de esta forma garantizan la distribución y el consumo de los mismos en excelente estado y calidad, entregando bienestar y buena salud a los habitantes de cualquier País.

## **1.5. Objetivos de la Investigación.**

### **1.5.1. Objetivo General.**

Diseñar un sistema en tiempo real utilizando la tecnología M2M para el control y monitoreo de temperatura en transportes de carga frigorífica.

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Analizar y recopilar toda la información necesaria para el diseño del sistema.
- Diseñar un prototipo de un sistema embebido de control y monitoreo de temperatura en transportes de carga frigorífica con tecnología M2M.
- Implementar un prototipo que represente un sistema embebido de control y monitoreo de temperatura en transportes de carga frigorífica con tecnología M2M.

## **1.6. Hipótesis.**

Es apropiado implementar una acción de control Proporcional, Integral, derivativo, PID en el sistema embebido utilizando tecnología M2M.

## **1.7. Metodología de Investigación.**

Este trabajo de titulación es de tipo investigativa y exploratoria debido a que estudiará el comportamiento de las comunicaciones bidireccionales a través de un sistema embebido para realizar control de temperatura.

También la investigación es de alcance descriptiva ya que presenta algunos parámetros y conceptos conectados con la realidad y lo investigado, además se realiza un estudio predictivo mediante simulaciones que permitirán determinar la mejor opción para el desarrollo del proyecto.

## CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1. Sistemas Embebidos

Una definición general de los sistemas embebidos es que son Dispositivos utilizados para controlar, supervisar o prestar asistencia a un equipo, maquinaria o planta. "Embedded" refleja el hecho de que son parte integral del sistema. (Fischmeister, 2015)

Un sistema embebido puede ser un sistema independiente o puede ser parte de un sistema grande. Un sistema embebido es un microcontrolador o sistema basado en microprocesador que está diseñado para realizar una tarea específica. Por ejemplo, una alarma contra incendios es un sistema embebido.

Un sistema integrado o embebido tiene tres componentes:

- Hardware.
- Software de aplicación.
- Sistema operativo en tiempo real (RTOS)

RTOS supervisa el software de aplicación y proporcionar un mecanismo para permitir que el procesador ejecute un proceso según la programación siguiendo un plan para controlar las latencias. RTOS define el funcionamiento del sistema, establece las reglas durante la ejecución del programa de aplicación. Un sistema embebido a pequeña escala no Tienen RTOS.

Así que se puede definir que un sistema embebido es como un microcontrolador basado en software impulsado, confiable y sistema de control en tiempo real. (Kamal, 2014).

### **2.1.1. Funciones de los sistemas embebidos**

Las funciones típicas de los sistemas embebidos pueden ser las siguientes:

- **Procesamiento:** capacidad para procesar las señales analógicas / digitales.
- **Comunicación:** capacidad de transferir señales ("Información") desde / hacia el exterior mundo.
- **Almacenamiento:** la capacidad de preservar la información temporal dentro del sistema.

Cada aplicación específica hecha por un sistema embebido tiene requisitos diferentes para procesamiento, suministro de energía, almacenamiento y comunicación.

Una misma funcionalidad (por ejemplo, la capacidad de adquirir imágenes fijas a través de un sensor CCD) pueden ser optimizados radicalmente de manera diferente cuando se aplican, por ejemplo, cámara o un teléfono celular o una videocámara digital.

Además, las características comerciales de los sistemas embebidos se pueden describir como:

- **Costo Final:** El costo del producto final es un parámetro muy importante para las opciones de diseño.
- **Tiempo de comercialización:** en el diseño de un sistema embebido siempre hay que tener en cuenta el momento en que desea que el producto se enumere en el mercado; tomar demasiado tiempo para diseñar un dispositivo significa que es difícil superar los rápidos cambios en el mercado.

- Tiempo de vida: Otro factor importante es la vida útil esperada del producto; cual puede variar de unos pocos días a varios años o décadas.
- Volumen: la cantidad de stock prevista para el sistema es un factor importante en la fase de diseño.

Los sistemas embebidos no siempre son dispositivos independientes muchos sistemas embebidos consisten en piezas pequeñas e informatizadas dentro de un dispositivo más grande que sirve un propósito.

### **2.1.2. Características de hardware y software de los sistemas embebidos.**

La mayoría de los sistemas embebidos están diseñados para realizar una acción continua a bajo costo.

La mayoría de estos sistemas también tienen restricciones en el rendimiento en términos de hardware y software, tales como requieren operar en tiempo real cuando un sistema necesita alta velocidad mientras ejecuta algunas funciones, pero puede tolerar una velocidad más baja para otras actividades.

Es difícil caracterizar la velocidad o el coste de un sistema embebido genérico, especialmente para los sistemas que tienen que procesar una gran cantidad de datos por suerte la mayoría de los sistemas embebidos tienen las características esenciales que se pueden diseñar con una combinación de hardware y software de alto rendimiento. Para tener una idea, sólo pensar en un decodificador para una televisión por satélite. Aunque un sistema debe procesar decenas de megabits de datos por segundo, la mayor parte del trabajo realizado por hardware dedicado, separa la regla y la decodificación del flujo de datos en la salida de video digital multicanal. (Jain, 2012).

La CPU integrada calcula la ubicación de los datos en el sistema, gestiona las interrupciones y sistemas de reloj.

Por lo general, el hardware de un sistema embebido debe cumplir con el rendimiento y requisitos mucho menos rigurosos según el hardware del sistema primario. Esto permite que la arquitectura de un sistema embebido, por ejemplo, puede ser simplificada y comparada con la de un ordenador de uso general con las mismas tareas, utilizando una CPU más económica que básicamente se comporta bien para esas funciones secundarias.

En el caso de sistemas portátiles, la reducción de costes se convierte en una prioridad. Este tipo de sistema, a menudo está hecho por una CPU altamente integrada, un chip dedicado a otras funciones y una sola tabla de memoria. En este caso, cada componente se selecciona y está diseñado para reducir tanto como sea posible los costos. El software útil para gestionar muchos sistemas embebidos se llama firmware. El firmware es un tipo de software, por ejemplo, se pueden encontrar en ROM o chips de memoria Flash. El software y firmware están diseñados y probados con mucha más atención que el software tradicional para ordenadores personales.

Muchos sistemas embebidos evitan la incorporación de componentes con partes móviles que son menos fiables que los componentes de estado sólido como la memoria flash. Además, los sistemas embebidos pueden no ser físicamente accesibles (por ejemplo, sistemas espaciales); por lo tanto, el sistema debe ser capaz de un auto-reset en caso de pérdida de datos o corrupción. Esta característica se obtiene muy a menudo con la adición de un componente llamado Watchdog que restablece el equipo en intervalos de tiempo regulares mediante un reloj interior.

En el diseño de un sistema integrado moderno y confiable es posible anotar dos características fundamentales: la reprogramación y la dimensión. De hecho, sería útil pensar en un sistema dedicado puede ser readaptado si,

por ejemplo, se requiere la actualización del sistema. Los sistemas embebidos son elementos discretos clásicos de diseño ASIC que permiten la optimización avanzada porque el hardware ocupa el espacio necesario estrictamente, haciendo el sistema de control fácilmente integrado. Un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) es un circuito integrado (IC) que han sido modificados para usos específicos. Hoy, el control de vehículos es uno de las principales aplicaciones de sistemas embebidos. En un solo coche de gama alta puedes encontrar cientos de los sistemas empotrados llamados ECU (Electronic Control Unit), físicamente distribuidos en el vehículo y conectado a las diferentes redes internas (redes intra-vehículo) especialmente diseñados, en la mayoría de los casos con requisitos estrictos de "calidad de servicio". (Jain, 2012)

Una computadora es la primera y más versátil: se puede programar para adaptarse a áreas de aplicación. Por el contrario, el sistema embebido es un dispositivo el desempeño de una sola tarea, o una clase muy estrecha de tareas.

Gracias a la especialidad de la aplicación de ejecución, el sistema embebido puede ser diseñado para optimizar costo y rendimiento. El propósito general de los ordenadores está diseñado con estándares y arquitecturas de referencia; y viceversa es difícil definir estándares para sistemas embebidos porque cada aplicación específica conduce a un diseño de diferentes opciones.

Estás pueden ser descrito en los siguientes puntos:

- Interfaces de comunicación: típicamente el precio de venta de un sistema embebido es bajo, la elección de interfaces de comunicación es crítica porque afecta al precio final del producto.
- Interfaz de usuario: en muchos sistemas integrados la interfaz de usuario consta de unos pocos botones y/o LEDs; en otros, usa la interfaz de usuario de un sistema host.

- Gestión de energía: es un factor crucial a considerar para todos los sistemas embebidos son alimentados por baterías.
- Dimensiones y peso: en muchos casos, las características físicas son otro factor crítico; normalmente el sistema embebido debe ser pequeño, muy ligero o con forma particular.
- Calidad de servicio: muchas aplicaciones de sistemas embebidos tienen requisitos estrictos en términos de QoS (Calidad de Servicio); como un caso particular, muchas aplicaciones requieren la prestación de servicios en tiempo real con restricciones de tiempo estrictas.
- Tamaño de código: la capacidad de almacenamiento de los sistemas embebidos es limitada, por lo que es un factor importante.
- Habilidades de Numeración / Comunicación / Almacenamiento: proporcional a la aplicación específica realizada por el sistema embebido.
- Actualización del programa: es útil incluir la posibilidad de actualizar los programas en sistemas embebidos para corregir errores descubiertos después de la producción e introducir nuevas características.
- Además de los parámetros involucrados en el mercado, el hardware, las características del software y los sistemas embebidos se utilizan para ser confiable. En la fase de diseño los siguientes aspectos se toman en consideración:
- Confiabilidad: evaluación realista de la probabilidad de que el sistema falla.
- Mantenimiento: el sistema puede ser reparado o reemplazado dentro de un tiempo determinado intervalo.
- Disponibilidad: probabilidad de que el sistema esté funcionando; esencialmente depende de la fiabilidad y facilidad de mantenimiento.
- Seguridad: propiedades relacionadas con la posibilidad de que en caso de fallo del sistema causó daños a personas o cosas.

Para diseñar los sistemas embebidos, debe tener en cuenta aspectos tales como la velocidad de desarrollo, la economía de escala, la facilidad de mantenimiento y así sucesivamente. Por consiguiente, no es posible desarrollar el hardware sin considerar el diseño del software. Si el sistema embebido es crítico para la seguridad, la elección de la organización del software desempeña un papel crucial en la capacidad de certificar el sistema para el uso al que se pretende.

El sistema en tiempo real es un sistema diseñado para operar dentro del tiempo bien definido los parámetros. Prácticamente, un sistema en tiempo real funciona correctamente sólo si cada entrada configurada es producida por la salida correcta respetando restricciones de tiempo bien definidas. (Jain, 2012)

### **2.1.3. Elementos de los Sistemas Embebidos**

(Valvano, 2003), citado en el documento controladores industriales de diseño de alto nivel, indica que los sistemas embebidos suelen tener en una de sus partes una computadora con características especiales conocida como microcontrolador que viene a ser el cerebro del sistema. Este no es más que un microprocesador que incluye interfaces de entrada/salida en el mismo chip. Normalmente estos sistemas poseen una interfaz externa para efectuar un monitoreo del estado y hacer un diagnóstico del sistema.

Todos están compuestos por software y hardware diseñados específicamente para la tarea que tienen que cumplir, e interactuando muy cercanamente. En realidad, aproximadamente el 0 % de los microprocesadores que se fabrican se usan en PCs de escritorio. El 100 % restante se usan en embebidos. En los últimos años alrededor de 500 millones de microprocesadores se usaron en PCs y 10 mil millones en embebidos.

Por lo general, los Sistemas Embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador o microprocesador incorporado sobre el mismo, o también, utilizando los compiladores específicos que utilizan lenguajes como C o C++ y en algunos casos, cuando el tiempo de respuesta de la aplicación no es un factor crítico, también pueden usarse lenguajes intérpretes como Java. (Valvano, 2003).

#### 2.1.4. Microprocesadores de propósito general

Los microprocesadores de propósito general son un dispositivo semiconductor de chip único, pero no una computadora completa. Su CPU contiene una Unidad de Aritmética y Lógica (ALU), un Contador de Programa (PC), un Stack Pointer (SP), registros, un reloj que interrumpe el circuito en un solo chip. Para hacer la computadora micro completa, hay que agregar la memoria generalmente ROM y RAM, decodificador de la memoria, un oscilador, una serie de puertos seriales y paralelos.

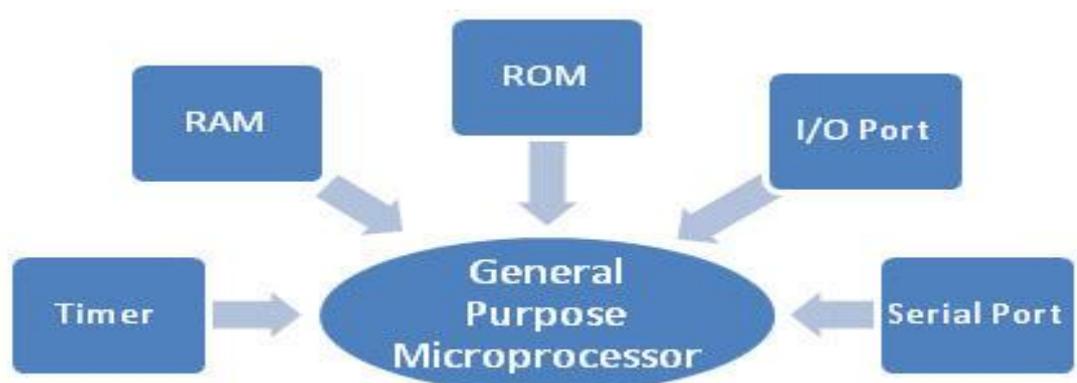


Figura 2. 1: Microprocesadores de propósito múltiple (Jain, 2012)  
Fuente: (Jain, 2012)

### **2.1.5. Memoria**

La memoria electrónica es una parte importante de los sistemas embebidos y tres tipos de memoria se pueden describir: RAM, o memoria de acceso aleatorio, ROM, o memoria de solo lectura y caché.

La RAM es uno de los componentes de hardware donde los datos se almacenan temporalmente durante la ejecución del sistema. La ROM contiene input-output.

Rutinas que son necesarias para el sistema en el momento del arranque. La caché, utilizada por el procesador como almacenamiento temporal durante el procesamiento y transferencia de datos.

### **2.1.6. Reloj del sistema**

El reloj del sistema se utiliza para todos los procesos que se está ejecutando en un sistema embebido y requiere información precisa de tiempo. Este reloj se compone generalmente de un oscilador y algunos circuitos digitales asociados.

### **2.1.7. Microcontroladores / Procesadores Embebidos**

Un microcontrolador es un sistema informático funcional en un chip. Contiene un procesador integrado, memoria (una pequeña cantidad de RAM, memoria de programa, o ambos), varios dispositivos periféricos, tales como temporizadores, convertidores analógicos a digitales y dispositivos de comunicación serie todo en un chip, resultando en implementaciones compactas y de bajo consumo. No es expansible ya que no tiene interfaz de bus externo. Ejemplos son PIC DSPIC33 / PIC24, Motorola 6811, 8051 de Intel.

Las características típicas de un microcontrolador son: bajo costo, baja velocidad, baja potencia, arquitectura pequeña, tamaño de memoria pequeño, flash integrado, E / S limitada. (Rouse, Robert , Sharon , & Alan , 2016)

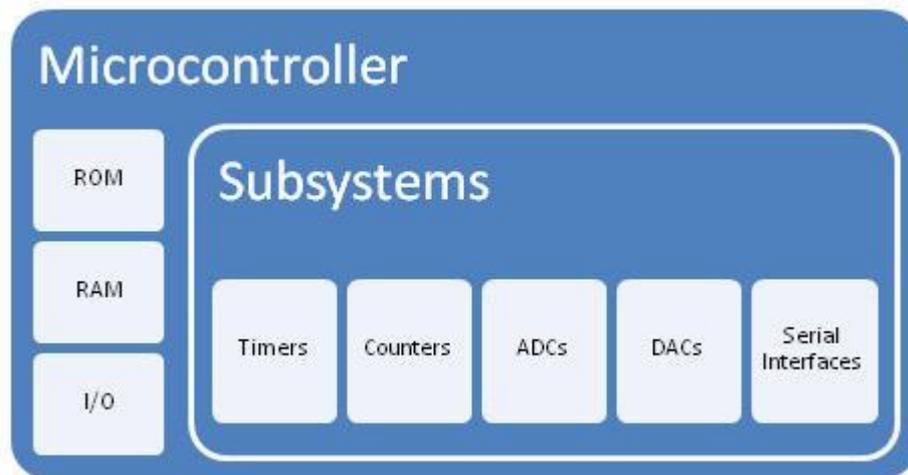


Figura 2. 2: Microcontroladores  
Fuente:(Jain, 2012)

Los microcontroladores proporcionan acceso de pin que permite a los programas monitorear fácilmente sensores, establecer actuadores y transferir datos con otros dispositivos. Proporcionar instrucciones especializadas mejora el rendimiento de las aplicaciones de sistemas embebidos; Por lo tanto, los microcontroladores pueden ser considerados ASIPs hasta cierto punto.

Los microcontroladores especiales se llaman a menudo procesadores embebidos. La diferencia entre un microcontrolador y un procesador incorporado no está clara, pero los procesadores con grandes arquitecturas con procesamiento rápido, cambio de contexto rápido y operaciones atómicas de ALU son comercializados por muchos proveedores como procesadores embebidos. Ejemplos de procesadores embebidos son ARM 7, INTEL i960, AMD 29050.

## 2.2. Sistemas automáticos de control

(Anoro, 2010-2011). Citado en el documento de lectura introducción a los sistemas de control automático de la Escuela Politécnica Nacional, expresa que:

Un sistema de control automático es un conjunto de elementos interconectados, de tal forma que su actuación se basa en la forma guiar, esto quiere decir que ante cualquier evento externo el sistema pueda responder y no cause un error en el sistema. (Anoro, 2010-2011)

### 2.2.1. Representación de un sistema básico de control.

Los sistemas de control en bloques constan de los siguientes componentes que son:

**Componentes del sistema de control o variables del sistema:** son variables con magnitudes, que se someten al control, que definen el comportamiento de un sistema (velocidad, temperatura, posición etc.). (Anoro, 2010-2011)

**Entrada u Objetivos:** Se estimula para aplicarse a un sistema de control al inicio de una fuente de potencia externa, con la finalidad de inducir una respuesta. (Anoro, 2010-2011).

**Salida o Resultados:** es la respuesta que proporciona el sistema de control. (Anoro, 2010-2011)

Los sistemas de control generalmente se representan por los llamados diagrama de bloques conceptuales, con la finalidad de expresar visualmente y simplificada de las conexiones entre la entrada y la salida de un sistema físico.

A cada componente del sistema de control se lo llama elemento, y se representa por medio de un rectángulo.

El diagrama de bloques conceptual más fácil de interpretar es el bloque simple, que consiste de una sola entrada y una salida. (Anoro, 2010-2011)



Figura 2. 3: Componentes básicos de un Sistema de Control  
Fuente: Ogata, K. (2003). Ingeniería de Control Moderna. Madrid: Pearson Educación.

### 2.2.2 Elementos en un sistema de control.

Los sistemas de control se clasifican en los siguientes elementos:

- **Variable a controlar.** Generalmente se le conoce como señal de salida. Constituye la señal que deseamos que adquiera unos valores determinados.
- **Planta o Sistema.** La planta o sistema constituye el conjunto de elementos que realizan una determinada función.
- **Sensor.** El sensor es el elemento que permite captar el valor de la variable a controlar en determinados instantes de tiempo.
- **Señal de referencia.** Es la señal consigna o valor que deseamos que adquiera la señal de salida (objetivo de control).
- **Actuador.** El actuador es el elemento que actúa sobre el sistema modificando de esta forma la señal de salida.
- **Controlador.** El controlador o regulador es el elemento que comanda al actuador en función del objetivo de control.
- Todos estos elementos aparecen de alguna u otra forma en casi todo sistema de control. Identificar y estudiar cada uno de ellos de una forma correcta resulta esencial para poder diseñar un controlador que permita alcanzar el objetivo de control deseado en todo instante. (Vivanco, 2012)

### 2.2.3 Sistema de control en lazo abierto

En este sistema la señal de salida no predomina por encima de la acción de control. De esta forma el controlador o regulador no tiene en cuenta el valor de la señal de salida, ni se compara esta con la señal de referencia para decidir la actuación en todo instante sobre el sistema. El caso más típico de un sistema de control en lazo abierto lo constituye la lavadora eléctrica donde el sistema de control va modificando el tiempo, la temperatura de lavado, etc. en función de la indicación del usuario y no en función del nivel de lavado de la ropa (que constituiría el objetivo de control). De esta forma el usuario decide el programa que desea realizar (señal de referencia), y el controlador actúa sobre los diferentes mecanismos del sistema (lavadora) de forma que realiza una serie de actuaciones sin tener en cuenta la señal de salida. En la figura siguiente se pueden observar las señales involucradas en un control en lazo abierto. (Vivanco, 2012)

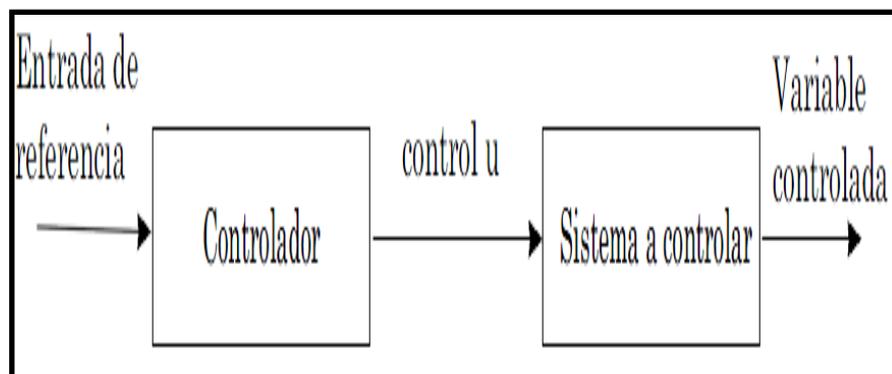


Figura 2. 4: Sistema de Control de lazo abierto

Fuente: García, R. P. (2003). Apuntes de Sistemas de Control. Elche: Editorial Club Universitario.

## 2.2.4 Sistema de control en lazo cerrado

(Kuo, 2012) Expresa, leída en el trabajo de (Vivanco, 2012). Indica que:

En estos sistemas, la salida se mide y se retroalimenta, de manera que la salida tiene efecto sobre la acción de control. La diferencia entre la referencia y la variable de salida o realimentación se conoce como señal de error actuante y se utiliza en el controlador para llevar la variable controlada al valor deseado. Estos sistemas son sistemas de control realimentados en los que la acción de realimentación se utiliza para reducir el error del sistema. (Kuo, 2012)

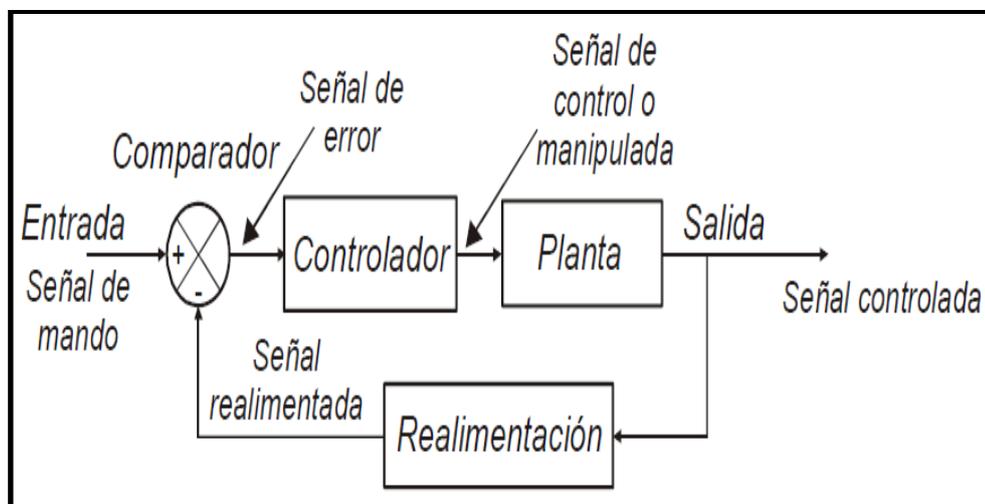


Figura 2. 5: Diagrama de Bloques de un sistema de control de lazos cerrado  
Fuente: García, R. P. (2003). Apuntes de Sistemas de Control. Elche: Editorial Club Universitario.

### **2.2.5 Realimentación de sistemas**

En el apartado previo se ha establecido la diferencia entre los sistemas de control en lazo abierto y los sistemas de control en lazo cerrado. Como quedó establecido, en estos últimos se compara la señal de salida (o variable que se desea controlar) obtenida en la mayor parte de las ocasiones a través de un conjunto de sensores, con una señal de referencia. Este efecto se conoce como realimentación. El efecto inmediato que persigue esta realimentación es reducir el error entre la señal de salida y la señal de referencia actuando en consecuencia. (Vivanco, 2012)

Pero no sólo la realimentación tiene por cometido reducir el error entre la señal de salida y la señal de referencia de un sistema. La realimentación también produce efectos sobre la ganancia global del sistema (puede tanto aumentar como disminuir en función de la realimentación), la estabilidad (un sistema inicialmente estable puede pasar a ser inestable o a la inversa en función de la realimentación), así como sobre las perturbaciones posibles que se presenten sobre el mismo (puede reducir el efecto de las perturbaciones que se originan sobre el sistema). Por lo tanto, la realimentación es un elemento clave muy a tener en cuenta en el estudio de los sistemas de control ya que puede modificar considerablemente los resultados producidos por estos. (Vivanco, 2012)

### **2.2.6 Acciones básicas de control**

A continuación se indican los tipos de acciones de control más comunes:

- Acción de dos posiciones (ON-OFF).
- Acción proporcional (P).
- Acción integral (I).
- Acción proporcional-integral (PI).
- Acción proporcional-integral-derivativo (PID).

Para este caso específico se describirá la Acción proporcional-integral-derivativo (PID).

### **2.2.7 Acción proporcional-integral-derivativo (PID)**

Una idea clara de (Francisco Rodríguez Díaz, 2005) Expresa, leída en el trabajo de (Vivanco, 2012). Indica que:

**Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por realimentación que calcula la desviación o error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener, para aplicar una acción correctora que ajuste el proceso. El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo. El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto nos asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero. El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de una válvula de control o la energía suministrada a un calentador, por ejemplo. Ajustando estas tres variables en el algoritmo de control del PID, el controlador puede proveer un control diseñado para lo que requiera el proceso a realizar. La respuesta del controlador puede ser descrita en términos de respuesta del control ante un error, el grado el cual el controlador llega al "set point", y el grado de oscilación del sistema. El uso del PID para control no garantiza control óptimo del**

sistema o la estabilidad del mismo. Algunas aplicaciones pueden solo requerir de uno o dos modos de los que provee este sistema de control. Un controlador PID puede ser llamado también PI, PD, P o I en la ausencia de las acciones de control respectivas. Los controladores PI son particularmente comunes, ya que la acción derivativa es muy sensible al ruido, y la ausencia del proceso integral puede evitar que se alcance al valor deseado debido a la acción de control. (Francisco Rodríguez Díaz, 2005)

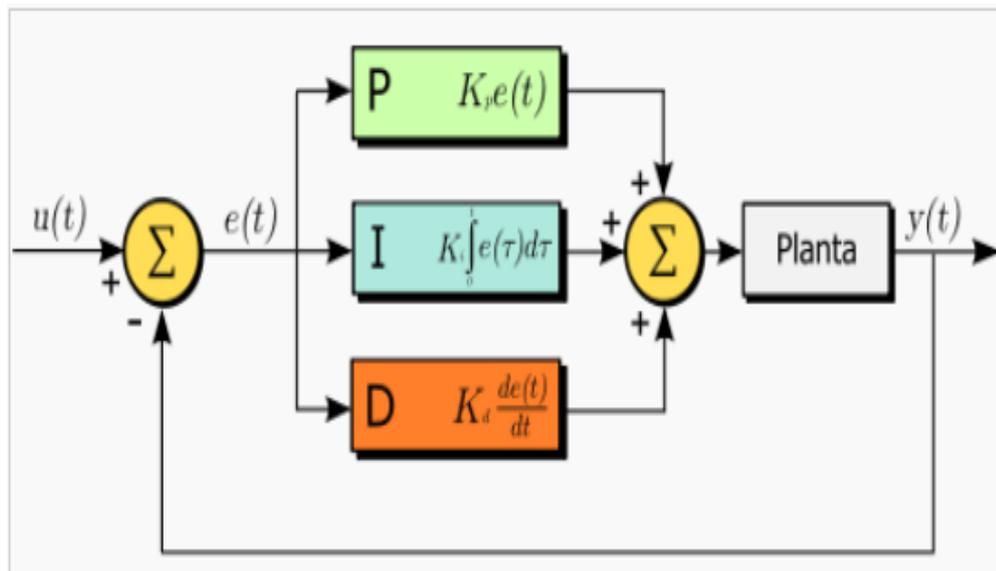


Figura 2. 6: Diagrama en bloque de un control PID  
Fuente: Por Arturo Urquizo (Trabajo propio) [CC-BY-SA-3.0  
(<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>) undefined GFDL  
(<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], undefined

### **2.3. Tecnología M2M**

La tecnología “Machine to Machine” que significa máquina a máquina hace más fácil el trabajo en las organizaciones ya que permite la conexión de un equipo con otros o a un sistema central a través de un sistema inalámbrico con la facilidad de pasarse información entre sí, de tal forma que a través de este traslado se lo puede controlar y supervisar de una forma automática y rápida en casi todos los procesos en los que la máquinas tiene injerencia. La idea más destacada de esta nueva e importante tecnología llega, por lo tanto, en los alcances relacionados con la telemetría y/o el telecontrol. (TCP UST Global, 2014).

El concepto de Máquina a Máquina (M2M) es considerado como una parte integral de la Internet de los objetos (IO). Les da a sus activos de negocio el poder de comunicarse directamente entre sí y automatizar las tareas del día a día como en los aspectos importantes de la gestión de almacenar, la robótica, el control de tráfico, servicios de logística, gestión de flotas, gestión de la cadena de suministros, seguridad y vigilancia, redes inteligentes y hasta el cuidado de la salud. Esto significa que su negocio puede ofrecer el máximo rendimiento con el mínimo de inversión en mano de obra, tiempo y costo.

Los componentes clave de un sistema M2M incluyen sensores, RFID, una conexión Wi-Fi o enlace de comunicaciones celulares y computación autónoma software programado para ayudar a un dispositivo conectado en red a interpretar los datos y tomar decisiones. El tipo más conocido de la comunicación M2M es la telemetría, que es la transmisión automática de medición e inalámbrico de datos de fuentes remotas.

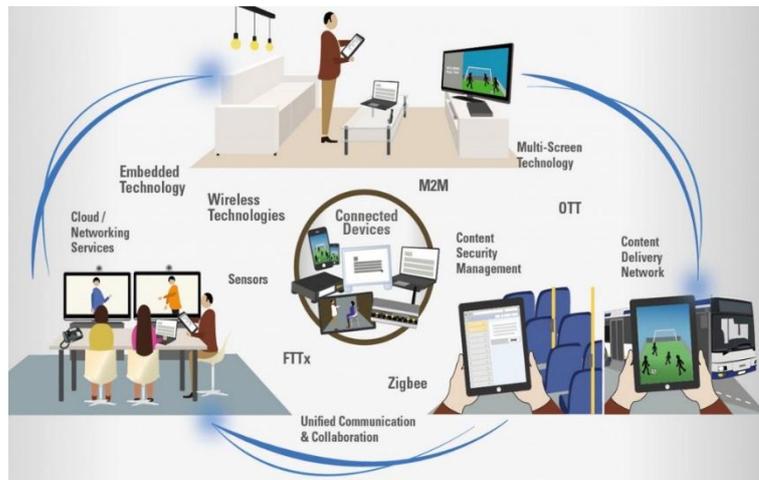


Figura 2. 7: M2M Machine-to-Machine

Fuente: <http://www.exellios.com/m2m-machine-to-machine-o-maquina-a-maquina/>

### 2.3.1. ¿Aplicaciones para máquinas, para personas o para ambos?

Aunque algunos operadores de la industria clasifican las aplicaciones M2M de acuerdo con la categoría o el tipo, puede ser más útil para un operador mirarlos desde una perspectiva diferente: aplicaciones que no están relacionadas en absoluto con las comunicaciones persona a persona, O dispositivos de gestión de flotas de vehículos, en comparación con aplicaciones que se relacionan de alguna manera con aplicaciones móviles utilizadas por personas. (Brown, 2011)

Ejemplos de este último incluyen:

- Seguridad - seguridad del vehículo y antirrobo, así como llamadas de emergencia del vehículo.
- Transporte y logística - información de navegación.
- Medición - consumo de electricidad, gas y agua.
- Salud - monitoreo de signos vitales y diagnósticos médicos remotos.
- Vida y entretenimiento inteligentes: controles remotos, sincronización y aplicaciones inteligentes.

Las aplicaciones M2M que se pueden vincular dentro de la red con las suscripciones móviles existentes de las personas ofrecen a los operadores

un enorme potencial de diferenciación estratégica en el mercado competitivo. Si un operador puede crear un ecosistema de dispositivos alrededor de un abonado individual, todos ellos conectados e interrelacionados, el operador puede ofrecer algunos servicios muy innovadores que pueden traducirse en diferenciadores estratégicos en el mercado.

### **2.3.2. Función de la tecnología M2M (Machine to Machine)**

En el futuro, la tecnología Máquina-a-Máquina (M2M) se usará popularmente para hacer que el mundo esté más conectado. Las comunicaciones M2M juegan un papel importante en la unión de dispositivos conectados localmente a una conexión cableada o inalámbrica.

Tres tecnologías muy comunes, que son los sensores inalámbricos, Internet y los ordenadores personales, se están juntando para crear las comunicaciones Máquina-a-Máquina, llamadas más comúnmente como M2M. El concepto tiene una gran expectación en promover la telemetría para su uso en los negocios, asuntos gubernamentales y el uso privado. Para poner un ejemplo, las comunicaciones M2M pueden ser usadas más eficientemente para monitorizar la condición de infraestructuras críticas públicas, como pueden ser las instalaciones de tratamiento de agua o la construcción de puentes, y con menos intervención humana. Puede ayudar a los negocios el mantener inventarios o hacer más fácil que los científicos hagan sus investigaciones.

### 2.3.3. Arquitectura de las tecnologías M2M

Es fácil ver por qué las comunicaciones de máquina a máquina tienen tantas aplicaciones. Con mejores sensores, redes inalámbricas y una mayor capacidad de cómputo, al implementar una M2M tiene sentido para muchos sectores. Los sensores pueden enviar información de forma inalámbrica a un ordenador con detalles específicos acerca de la presión, caudales y temperaturas o incluso los niveles de combustible en equipo in situ. El ordenador puede ajustar automáticamente el equipo in situ para maximizar la eficiencia. (Antonia, 2013).

Para desarrollar y desplegar M2M Tecnología, debemos seguir estándar actual de M2M como ETSI, ANCI C12, etc.



Figura 2. 8: Arquitectura principal de la Tecnología M2M  
Fuente: <https://duniaelectronic.files.wordpress.com/2013/11/etsi-simple-m2m-architecture.jpg>

En la figura 2.8 podemos ver 3 dominios principales de la arquitectura M2M, tales como:

- Dominio de aplicaciones M2M

- Dominio de Red M2M
- Dominio de dispositivos M2M

Dominio de aplicaciones M2M proporciona la aplicación de la tecnología M2M, tales como aplicaciones de servidor y aplicaciones de usuario final.

El dominio de aplicaciones M2M contiene 2 partes de las aplicaciones básicas que son:

- Aplicación de Cliente, proporcionar aplicaciones de servicios de usuario final
- Aplicación M2M, ofrece aplicaciones que encuentran en los servidores, edificados sobre las capacidades de servicio M2M e interactuando con dispositivos M2M.

Dominio M2M dispositivo contiene dispositivos que se pueden conectar al dominio de red M2M. M2M dominio de dispositivos puede ser llamado como M2M red de área. Tenemos que se refiere a las exigencias del mercado para elegir los dispositivos para el dominio de dispositivos M2M. Diversas tecnologías se pueden utilizar para soportar varias aplicaciones.

Hay tres tipos de dispositivos para el dominio de dispositivos M2M:

- Los dispositivos que uno es capaz de conectarse directamente a la red.
- Dispositivos que no pueden conectarse directamente a la red de dominio, requiere una pasarela M2M con el fin de conectarse a la red.
- dispositivos de propiedad: los dispositivos que sólo soportan interfaces propietarias. dispositivos patentados necesitan puerta de entrada patentada para conectarse a la red de M2M.

M2M red de dominio proporciona la comunicación entre la red de dominio de aplicaciones M2M y el dominio de dispositivos M2M. M2M red de

dominio consiste en dos partes básicas, tales como M2M núcleo y capacidades de servicio M2M. La red central M2M es la parte central de la red de comunicaciones M2M que proporciona varios servicios a los proveedores de servicios conectados a través de la red de acceso, tales como GERAN, WiMAX, satélite, DSL, UTRAN, WLAN o EUTRAN y otra red de telefonía móvil (por ejemplo, 3G, 2G, LTE, 4G). Capacidades de servicio M2M son funciones de red definidos para soportar aplicaciones M2M.

Para el desarrollo de la tecnología M2M debemos estudiar acerca de Informes Técnicos (TR) y Spesification Técnica (ST). Estudio sobre el informe técnico le dará una idea para hacer especificaciones estándar para su sistema. Después de que tengas las especificaciones estándar, también es necesario para hacer que las especificaciones técnicas.

Hay 3 etapas para hacer especificaciones técnicas estándar de la tecnología M2M de alto nivel a la etapa de nivel bajo:

- Requisitos del servicio M2M,
- M2M sobre la estructura funcional,
- Interfaces de comunicaciones M2M (API)

#### **2.3.4. Capacidades de servicio M2M**

Capacidades de servicio M2M es una capa de abstracción del software M2M donde se implementan funcionalidades comunes para servir a la aplicación M2M. Que existe dentro del dispositivo M2M (DSCL), Gateway (GSCL) y la Red (CPNM) y proporciona un conjunto de APIs para exponer las capacidades de servicio M2M más cercanos a la aplicación de usarlos. (Antonia, 2013)

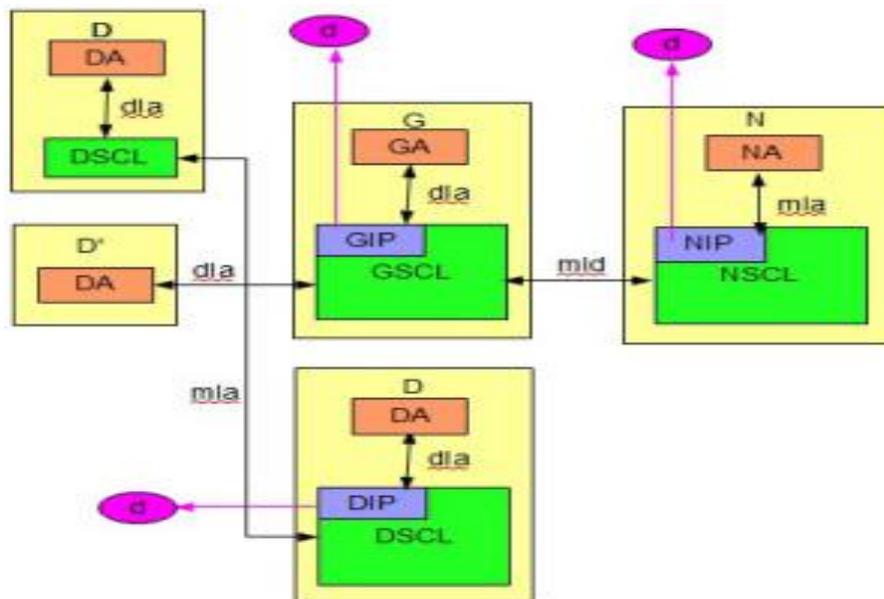


Figura 2. 9: Servicio M2M capacidades de la arquitectura  
 Fuente: <https://duniaelectronic.files.wordpress.com/2013/11/miadia.jpg>

**Dla** Es la interfaz entre la aplicación del dispositivo (DA) dentro de un dispositivo para la Capa de capacidades de servicio de dispositivo (DSCL) o un Service Gateway capacidades de capa (GSCL) en una pasarela M2M. La Aplicación Gateway (GA) también utiliza este punto de referencia para el interfaz con su propio integrado en GSCL y para DSCL de un dispositivo M2M conectado. Proporciona primitivas de registro y autorización para Das a DSCL o gas a la GSCL.

**Mla** Es la interfaz entre la aplicación de red (NA) y su punto más cercano Capacidad de Servicio de capa de red (CPNM). Proporciona primitivas de registro y autorización para el NAS para CPNM.

**Mid** Es la interfaz entre las capacidades de servicio de capas de diferentes componentes M2M (es decir DSCL SSA DSCL GSCL NSCL indistintamente). Proporciona primitivas de registro y autorización para DSCL (o GSCL) para CPNM.

### 2.3.5. Arquitectura Funcional de Alto Flujo de eventos de nivel M2M

La arquitectura de alto nivel del sistema activa el desarrollo de aplicaciones M2M, centrándose en la funcionalidad de alto nivel que las tareas de nivel inferior como el control de acceso a la red, la autenticación o encaminamiento. Habilitar la recuperación y el control de sensores de datos por cualquier aplicación a través de una capa de servicio horizontal común. Proporcionar servicios basados en la red, tales como la publicación de datos y suscripción (Antonia, 2013).

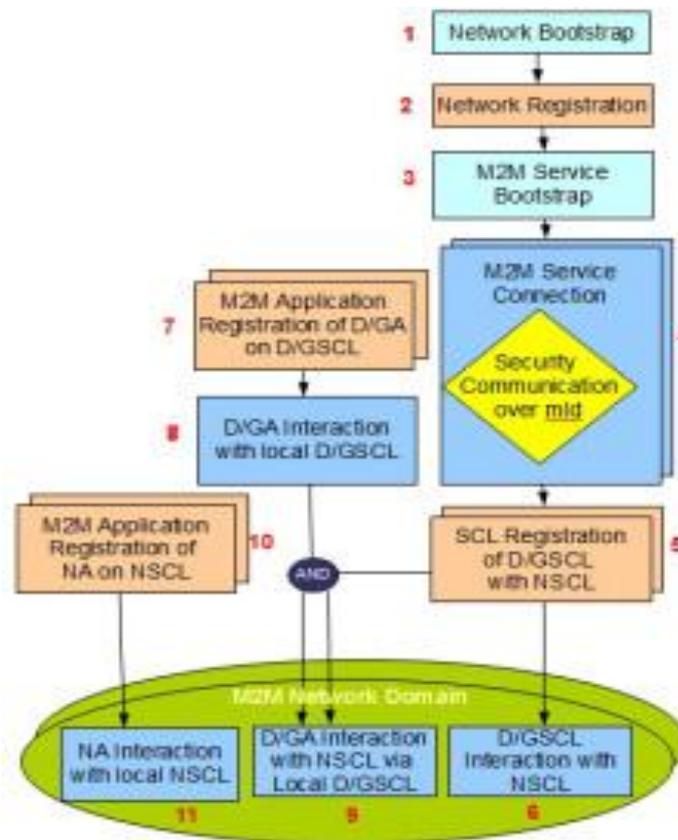


Figura 2. 10: Arquitectura Funcional de Alto Flujo de eventos de nivel M2M  
Fuente: <https://duniaelectronic.files.wordpress.com/2013/11/high-level-flow.jpg>

Funciones de administración de M2M proporcionan MSBF (M2M Función de arranque del servicio) y MAS (M2M Autenticación de servicio), etc.

El cargo de gestión de red: entrega acceso general y el núcleo de provisión de servicios de red y supervisión (Chen, Wan, & Li, 2012).

1. Red*Bootstrap*- Provisiones nombres, niveles de servicio, seguridad, etc.
2. Redde registro- Puede estar basada en 3GPP, ETSI TISPAN, etc.
3. M2M Servicio *Bootstrap*- Disposiciones M2M proveedor de servicios de identificación y Kmr.
4. M2M Servicio de conexión - La autenticación mutua de los puntos finales MID y el establecimiento opcional de comunicación segura a través MID basado en Kmc (clave de conexión M2M, generados a partir Kmr) y sub-claves del MMC.
5. SCL Registration- Establece contexto de D / GSCL en CPNM y viceversa.
6. D / GSCL ahora interactúa con CPNM en el dominio de la red.
7. Solicitud de Inscripción (de D / GA, el D / GSCL) - Establece contexto de D / GA en D / GSCL y la generación opcional de Kma aprovisionamiento de la aplicación.
8. D / GA ahora interactúa con local D / GSCL.

### **2.3.6. Requisitos M2M**

Los requisitos describen las cosas que se necesitan para desarrollar Tecnología M2M. Las principales categorías de Requisitos M2M son:

- Requisitos generales
- Requisitos de gestión
- Requisitos funcionales para los servicios M2M
- Requisitos de seguridad
- Requisitos de nomenclatura, numeración y direccionamiento

### **2.3.7. Desafíos de desarrollar Tecnología M2M**

Hay varios desafíos para el desarrollo de la tecnología M2M, tales como:

- La fragmentación de las soluciones: Es importante contar con plataformas de servicios que se pueden reutilizar para múltiples aplicaciones.
- Desalineación de la red: La alineación es uno de los factores clave de mantenimiento en obtener el máximo desgaste y el rendimiento de la tecnología M2M. un gran número de dispositivos generadores de cantidades muy pequeñas de transporte de datos y, potencialmente, una sobrecarga muy importante de los planos de control y de conectividad.
- Temas de seguridad
- Intimidad
- Cuando tratamos de desarrollar la tecnología M2M, que tanto refieren a la norma existente de M2M Tecnología. Normas Organizaciones de Ecosistemas de M2M, tales como:
  - Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI); establecida 2008.
  - ANCI C12 para la medición de electricidad
  - Proyecto de Asociación oneM2M

## **2.4. Transporte de alimentos perecederos.**

Un alimento perecedero es cualquier producto orgánico en el cual la calidad se deteriora debido a las condiciones ambientales a través del tiempo, estos productos pueden ser carne y subproductos de la carne, pescados y mariscos, productos lácteos, frutas y verduras, flores, productos farmacéuticos y productos químicos.

Debido a sus características químicas y / o fisiológicas, estos productos tienen una vida útil corta; Son más susceptibles a daños graves e irreparables durante el transporte, especialmente si la temperatura no se mantiene constante. Estos productos deben ser manipulados con la máxima precaución y eficiencia para preservarlos y mantenerlos en excelentes condiciones cuando lleguen al consumidor final. Para que esto suceda, los factores clave a tener en cuenta son el tiempo, el aislamiento y la temperatura de mantenimiento.

Como se mencionó anteriormente, el principal problema al transportar productos perecederos es respetar la cadena de frío tanto como sea posible, ya que garantiza que las propiedades de los productos se mantengan intactas en todo momento, para esto existen entidades y normas de calidad tanto nacionales como Internacionales que regulan el traslado de este tipo de productos.

### **2.4.1. Equipos para transportar alimentos perecederos**

Para efectos de este proyecto de titulación solo describiremos un solo tipo de equipo de transporte de alimentos perecederos, en este caso es el transporte vehicular, esta información es proporcionada por la (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO)

**Transporte por Tierra.** Para el transporte dentro del país, el uso de vehículos terrestres ofrece ventajas sustanciales en cuanto a conveniencias, disponibilidad y flexibilidad, que permite la entrega puerta a puerta y un costo de transporte razonable. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO)

**Vehículos refrigerados.** Algunos vehículos refrigerados como los camiones remolques que tienen montado en la plataforma posterior un contenedor refrigerado, son capaces de enfriar rápidamente el producto caliente mediante circulación forzada, pero esto generalmente es una excepción debido a su alto costo. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO).

En los países en desarrollo, hay una tendencia a utilizar los camiones refrigerados de capacidad de enfriamiento relativamente baja, como sistema de pro-enfriamiento para productos de exportación. Estos camiones no fueron diseñados para tal fin y los resultados no son satisfactorios. Algunas veces estos mismos camiones se utilizan como refrigeradores móviles para instalarlos por días, o semanas en sustitución del frigorífico. Nuevamente los resultados están lejos de ser satisfactorios y los niveles de deterioro son muy elevados. Por otro lado, usar estos vehículos para refrigerar, significa desperdiciar un vehículo de transporte muy caro. (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO).

#### **2.4.2. Normas del Codex Alimentarius**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, expresan en el (SIICEX Sistema Integrado de Información de Comercio, 2015) La cual indica que: (Servicios al Exportador siicex, 2015)

**La Comisión del Codex Alimentarius fue creada en 1963 por la FAO y la OMS para desarrollar normas**

alimentarias, reglamentos y otros textos relacionados tales como códigos de prácticas bajo el Programa Conjunto FAO/OMS de Normas Alimentarias. Las materias principales de este Programa es la protección de la salud de los consumidores, asegurar unas prácticas de comercio claras y promocionar la coordinación de todas las normas alimentarias acordadas por las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. El Codex Alimentarius cuenta con normas que indican los requisitos generales de calidad e inocuidad que deben cumplir la mayoría de los alimentos para su consumo. Las normas Codex son de cumplimiento voluntario, sin embargo, Estados Unidos como 41 miembro de la Organización Mundial del Comercio (OMS o WTO por sus siglas en inglés) las utiliza como referente internacional para su marco regulatorio en materia de alimentos, por lo que el conocimiento de las normas Codex se hace necesario para facilitar el entendimiento de los requisitos sanitarios que establecen las agencias federales de EE.UU. (Servicios al Exportador siicex, 2015)

#### **2.4.3. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria**

Este Organismo Europeo es encargado de supervisar todo lo enlazado con respecto a los alimentos y alimentación de las personas y animales de la UE. Esta institución asesora a los países miembros de la Unión Europea, pero no despacha ningún reglamento obligatorio. Expide solamente recomendaciones científicas a la Comisión y al Parlamento Europeo.

EFSA provee asistencia científica independiente y comunicación clara sobre los riesgos actuales o futuros de alimentos y la cadena alimenticia.

Existen alimentos que requieren ser transportados con frío o calor para que lleguen a sus destinos en condiciones óptimas exigible. Es por ello es necesario aplicar con exactitud las normas de transporte de alimentos perecederos.

Según (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura FAO) los principios fundamentales de deben tener en consideración para el transporte de los productos perecederos son:

- La carga y descarga deben de ser tan cuidadosos como sea posible.
- La duración del viaje debe ser lo más corta posible.
- El producto debe protegerse bien en relación a su susceptibilidad al daño físico.
- Las sacudidas y movimientos deben reducirse al mínimo posible.
- Debe evitarse el sobrecalentamiento.
- Debe ser restringida la pérdida de agua del producto.
- Una vez alcanzadas las condiciones de conservación requeridas, estas deben mantenerse constantes, en particular en lo referente a la temperatura, humedad, relativa y circulación del aire.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA UTILIZADA Y PROPUESTA DE ESTUDIO**

### **3.1. Análisis de la Investigación**

En el análisis de la investigación se indica el tipo de investigación utilizada en el proyecto de investigación, adicionalmente los métodos que se utilizó en la investigación y se dará a conocer la propuesta de estudio.

#### **3.1.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación aplicada en este proyecto es con enfoque experimental ya que se realiza un diseño prototipo para controlar y monitorear la temperatura para implementarlo en el futuro en transportes de carga frigorífica, utilizando incluso la tecnología M2M, con lo que se identifican factores y características que son el objeto de estudio y adicionalmente se la controla, se las altera o manipula para observar los resultados.

#### **3.1.2. Métodos Utilizados**

Este trabajo de titulación es de tipo investigativa y exploratoria debido a que estudiará el comportamiento de las comunicaciones bidireccionales a través de un sistema embebido mediante un modelo experimental para realizar el control de la temperatura.

Es descriptiva porque se presenta parámetros y conceptos relacionados y se han realizado estudios predictivos mediante un modelo experimental práctico que nos permitirán determinar la mejor opción para el desarrollo del proyecto.

### **3.2. Propuesta de Estudio**

En este trabajo de titulación se propone diseñar un prototipo de un sistema embebido de control y monitoreo de temperatura para implementarlo en el futuro en transportes de carga frigorífica con tecnología M2M, el prototipo propuesto consta de una caja de acrílico el cual internamente lleva dos focos incandescentes que simulan el calor y dos ventiladores que simulan la refrigeración interna, acompañado con un sistema de control de temperatura y un dispositivo GSM que es capaz de monitorear o controlar dispositivos externos , como si se tratara de un contenedor con un sistema de refrigeración de un vehículo con control automatizado de la temperatura y monitoreo.

### **3.3. Sistema de control automático modelo o mapa conceptual.**

En la figura 3.1 se representa el sistema de control automático modelo o mapa conceptual, que consta de una planta que es el objeto, proceso o máquina que se desea controlar, la salida es la Variable que indica el comportamiento que se desea controlar, la entrada es una variable manipulable que afecta el comportamiento de la planta y por lo tanto la salida, el sensor que es el dispositivo empleado para medir las variables de interés de la planta (normalmente las salidas), el actuador que es el dispositivo que permite manipular las variables de entrada de la planta, el controlador es el dispositivo que genera una acción de control sobre el actuador para lograr el comportamiento deseado, la pantalla indicadora de la temperatura, el bloque GSM para envío de la información para el monitoreo y el bloque modulador que consta del DIMMER que controla la intensidad de los focos y el L298N que controla el motor de los ventiladores tanto velocidad de giro y sentido.

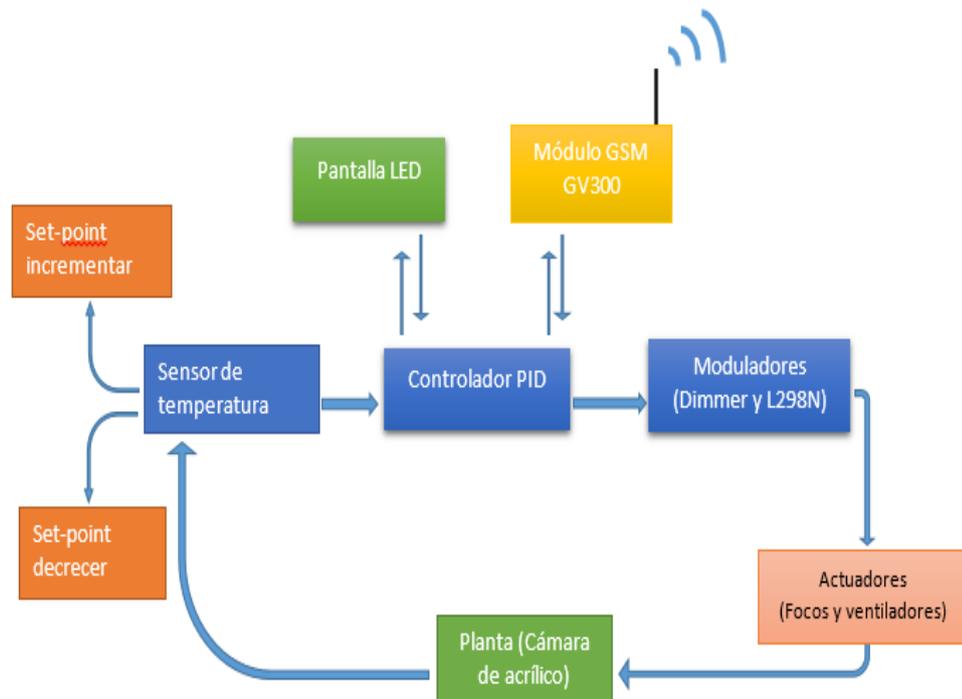


Figura 3. 1: Sistema de control automático modelo o mapa conceptual.  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.4. Dispositivos utilizados para la construcción del sistema

En el mercado ecuatoriano se puede conseguir diferentes dispositivos a bajo costo para poder construir y elaborar sistemas embebidos como es ejemplo el presente proyecto de Titulación.

#### 3.4.1. Arduino mega 2560

La tarjeta principal que controla todo el sistema y en donde se conectan todos los dispositivos para ser controlados es el Arduino mega2560 figura 3.2 esta tarjeta electrónica llamada Mega 2560 posee un procesador Atmega2560 . Tiene 54 pines digitales de input / output, posee dieciséis entradas analógicas, cuatro puertos serie de hardware, un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un adaptador de alimentación, una cabecera ICSP, y un pulsador de reinicio. Además posee todo lo primordial para ayudar al micro controlador; se puede instalar con un computador vía cable

USB o la corriente con un adaptador de Corriente Alterna a Corriente Continua o una batería para empezar, el Arduino Mega contiene las siguientes características:

- Voltaje de arranque: 5V
- Voltaje de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada (límites): 6-20V
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Clock Speed: 16 MHz



Figura 3. 2: Arduino mega 2560  
Fuente: Arduino

### 3.4.2. Display LCD 16x2

Usaremos una LCD de 2 filas cada una de 16 caracteres para visualizar la información de variables como temperatura y humedad también se reflejara información del set point y el error al estabilizar la planta.

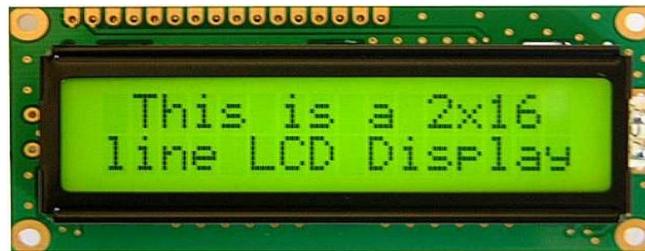


Figura 3. 3: Display LCD 16x2  
Fuente: Prometec

### 3.4.3. Circuito dimmer

El circuito dimmer, es el encargado de regula la energía con la finalidad de cambiar la luminosidad en los focos, en la figura 3.4, se aprecia la placa del circuito que está compuesto de siete resistencias fijas, una resistencia variable, un octo acoplador moc 3021, circuito integrado 4N35, puente rectificador para 110v, un BT136 TRIACK y un diodo led.



Figura 3. 4: Circuito Dimmer  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.4.4. Sensor de temperatura DS18B20

El siguiente circuito de la figura 3.5. Es el sensor de temperatura DS18B20 es un dispositivo que se comunica digitalmente, se compone de tres terminales: Vcc, GND y el pin Data, utiliza comunicación One Wire, esto significa que es un protocolo que permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable, a diferencia de la mayoría de los protocolos que requieren dos cables, Rolando Ramírez on Sep 30, 2015 in Arduino, Sensores digitales.

#### Características del DS18B20

- Sensor Digital
- Resolución de 9 y 12 bits
- Rango de operación de -50 a 125 grados Centígrados
- Precisión +- 0.5 grados
- Protocolo OneWire

Para leer el sensor DS18B20 con un arduino es necesario utilizar dos librerías que deben ser instaladas antes de cargar el código a la placa de desarrollo. Las librerías son las siguientes:

- Dallas Temperature.
- OneWire

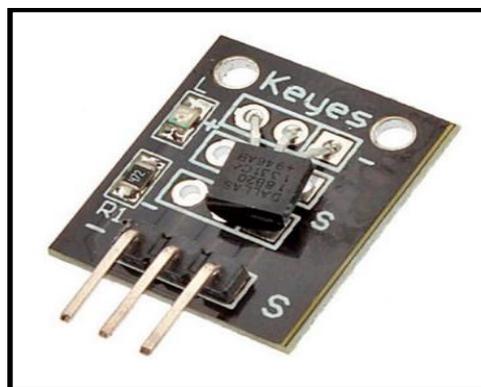


Figura 3. 5: Sensor de temperatura DS18B20  
Fuente: hetpro-store

### 3.4.5. Sensor de temperatura DHT11

Sensor de temperatura DHT11 figura 3.6, se lo utilizo para medir la humedad, la señal de salida es digital, y lleva incluido en microcontrolador interno para el tratamiento de la señal, también tiene un sensor capacitivo para medir la humedad y cuatro pines para su conexión.

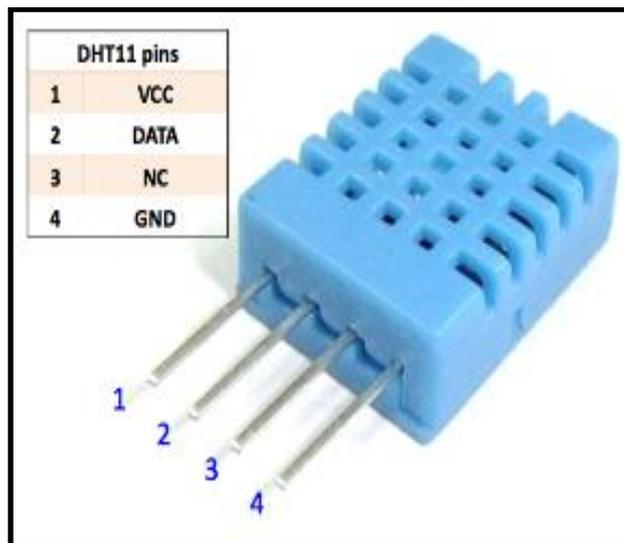


Figura 3. 6: Sensor de temperatura DHT11  
Fuente: omniblug

### 3.4.6. Módulo L298N

El módulo L298N de la figura 3.7 es un driver para controlar los ventiladores, posee dos canales de Puente H, que se pueden utilizar para controlar dos motores DC o un motor paso a paso, controlando el sentido de giro y velocidad. El controlador ofrece un modo muy simple para el control que requiere tan sólo de dos pines de entrada: PWM y dirección. Dispone de detección automática de corto circuito del motor. También tiene detección de sobrecalentamiento la placa no dispone de protección contra la polaridad invertida. Mediante unos pines de salida adicionales disponibles en la placa, podremos averiguar el tipo de error del controlador. Con un disipador adecuado, es capaz de proporcionar hasta 12 Amperios.

Características:

- Chip controlador L298N.
- Doble puente en H (H-Bridge)
- Excelente rendimiento anti-interferencias.
- Intensidad de trabajo: 2 A, Máximo 3A de pico.
- Máximo potencia: 25 Watts.
- Maneja: 1 motor pasó a paso, o dos motores de continua.
- Incluye regulador 78M05.
- Incluye diodos de protección y filtros por condensador.
- Alimentación placa 5V.
- Alimentación Motores: Hasta 12V.
- Tamaño: 43 x 43 x 26mm.
- Peso neto: 26g.

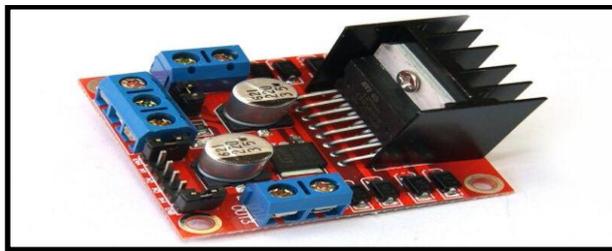


Figura 3. 7: Variador de Velocidad de los ventiladores  
Fuente: Electronicastore

### 3.4.7. Módulo GV300

El GV300 es un ubicador de carros, es un dispositivo compacto, hecho para una infinidad de aplicaciones de rastreo. En la figura 3.8 se puede apreciar que tiene algunas E/S que son utilizadas para monitorear o controlar dispositivos externos. Adicionalmente tiene un chipset GPS de alta sensibilidad, el que garantiza velocidad de TTFF (Time to First Fix) y módulo GSM cuatri-banda 850/900/1800/1900. Su localización puede ser monitoreada cada cierto tiempo a través de un servidor en tiempo real, o a cualquier otro dispositivo mediante SMS. Su acelerómetro integrado de 3

ejes permite la detección de movimiento y una extensa vida de la batería mediante sofisticados algoritmos de ahorro de energía. La integración de sistemas es sencilla, ya que se proporciona la documentación completa del protocolo @Track con todas sus funciones. El protocolo @Track soporta una amplia variedad de reportes, entre ellos, alertas de emergencia, hábitos de manejo (mediante el GPS), traspasos de barreras geográficas, alerta de batería baja, posiciones periódicas de GPS, información de la red GSM como Cell ID, así como muchas otras características avanzadas de rastreo indica la empresa (Queclink soluciones inalámbricas, 2014)

Características:

- Amplio rango de Voltaje de operación: 8 a 32V DC
- Chipset interno u-blox
- Bajo consumo de energía, largo tiempo en espera con la batería interna
- GSM/GPRS cuatribanda 850/900/1800/1900 MHz
- Integrado con todas las funciones del protocolo @Track
- Múltiples interfaces de entrada y salida para monitoreo y control
- Acelerómetro interno de 3 ejes para ahorro de energía y detección de movimiento
- Antena Interna GSM
- Antena Interna GPS y opción de antena externa
- Certificado CE/FCC/PTCRB/Anatel/E-Mark
- Comunicación RS232



*Figura 3. 8: Módulo GV300*

*Fuente: Queclink*

### 3.4.8. MAX232

El MAX232 se utiliza para convertir los niveles lógicos TTL al estándar RS 232. La salida de nuestro arduino mega es TTL, es decir sus niveles de tensión son 5V en “1” y 0V en “0”. El MAX232 dispone internamente de 4 conversores de niveles TTL al bus estándar RS 232 y viceversa para la comunicación serie. El circuito integrado lleva internamente 2 conversores de nivel de TTL a RS 232 y otros 2 de RS 232 a TTL con lo que en total se podrá manejar 4 señales del puerto serie del arduino. Por lo general las más usadas son; TX, RX, RTS, CTS. Para que el MAX232 funcione correctamente se conectó un par condensadores externos, todo esto se puede ver en la figura 3.8 en la que solo se han cableado las líneas TX (transmisión de datos) y RX (recepción) que son las más usadas para cualquier aplicación.

Materiales necesarios:

- MAX232 chip
- condensadores de 10uF
- Baquelita
- Módulo arduino
- Diodo emisor de luz (LED)

Se insertó el MAX232 chip y se debe conectar la alimentación de 5V y tierra desde tarjeta arduino, posterior conectar un condensador 10uF entre los pines 1 y 3, otro a través de los terminales 4 y 5, otro entre el pin 2 y el positivo de la fuente, y la última entre el pin 6 y tierra. Se usará condensadores polarizados, debemos asegurarnos que el lado negativo se conecta al lado negativos (pins 3 y 5). Información recogida de <http://download.mikroe.com/documents/add-on-boards/other/interface/max232/max232-board-manual-spa-v100.pdf>.

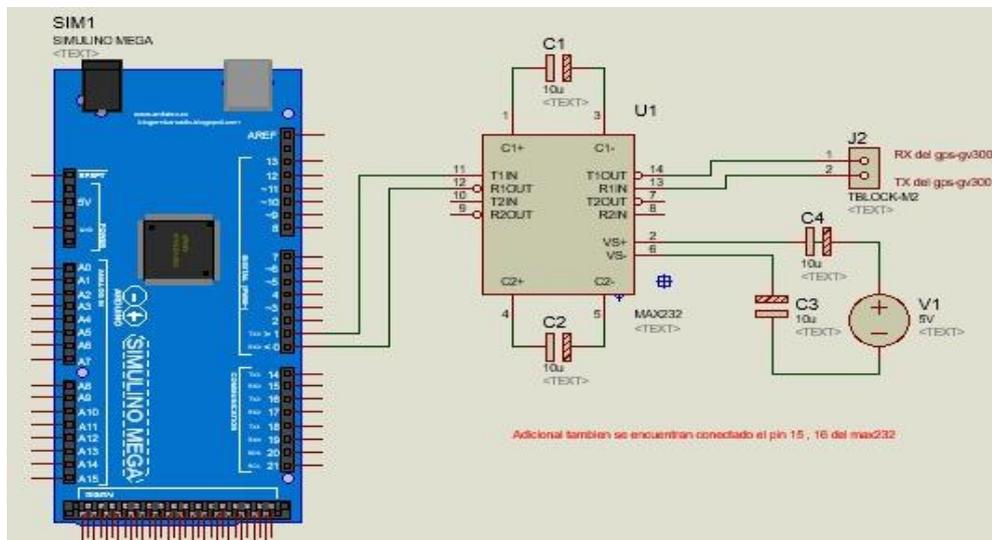


Figura 3. 9: Conexión de la tarjeta Max 232 en la tarjeta Arduino  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.5. Diseño Electrónico

El presente sistema está compuesto por varias etapas para poder realizar la integración y se componen

- Módulo Dimmer y L298N.
- Conversor de Señal TTL a RS232.
- Control mediante tarjeta Arduino Mega y sensores

#### 3.5.1. Módulo Dimmer

Para poder realizar la regulación de la energía y luminosidad en los focos se realizó el siguiente diseño como se muestra en la figura 3.10 el cual consta de dos resistencias de 30k en la alimentación de 110v seguido de un puente rectificador para convertir la CA en CC, posterior se utilizó opto acoplador 4N35 y MOC 3021 el cual sirven como interruptor activándolo mediante luz emitida por el diodo que satura el componente opto eléctrico o triac en el caso del MOC3021 se satura solo en los cruces por cero de

corriente alterna y posterior se realizó el diseño en PCB como se muestra en la figura 3.11.

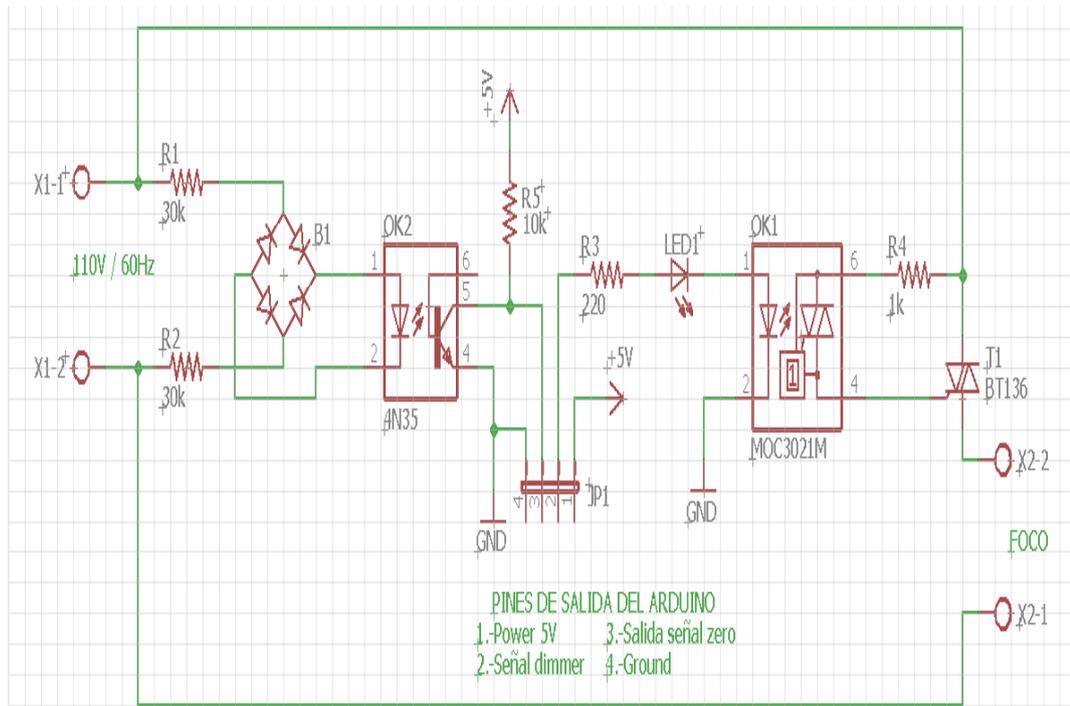


Figura 3. 10: Diseño de circuito DIMMER  
 Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

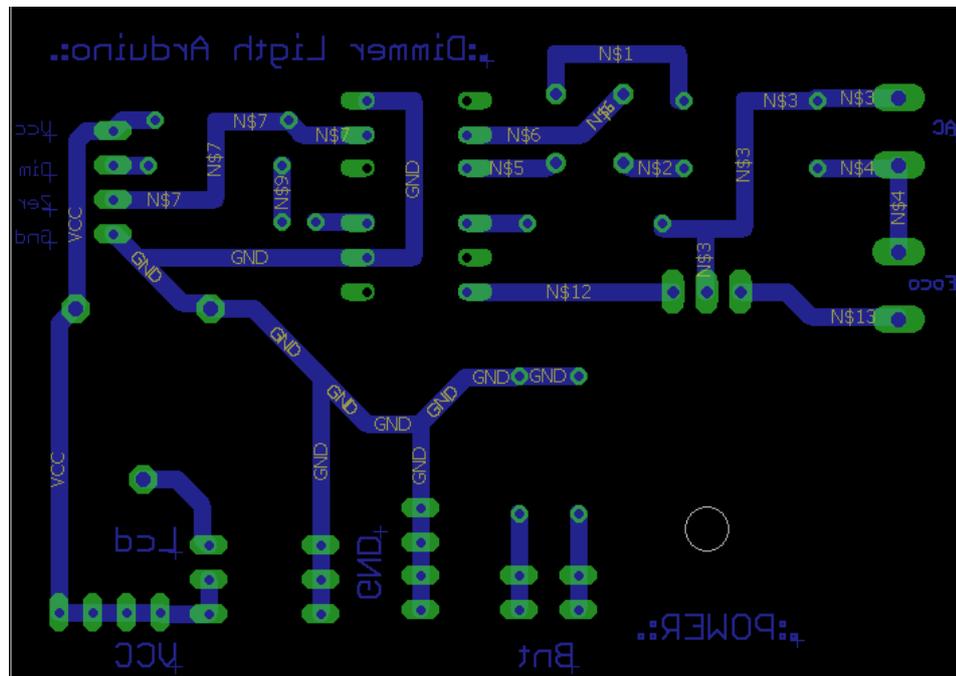


Figura 3. 11: Diseño PCB de circuito DIMMER  
 Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.5.2. Conversor de Señal TTL a RS232

Para poder realizar comunicación entre arduino y el equipo de rastreo GV300 fue esencial diseñar un conversor el cual permita convertir niveles lógicos TTL a RS232 como se muestra en la figura 3.12. Y se realizó el diseño en PCB como se muestra en la figura 3.13.

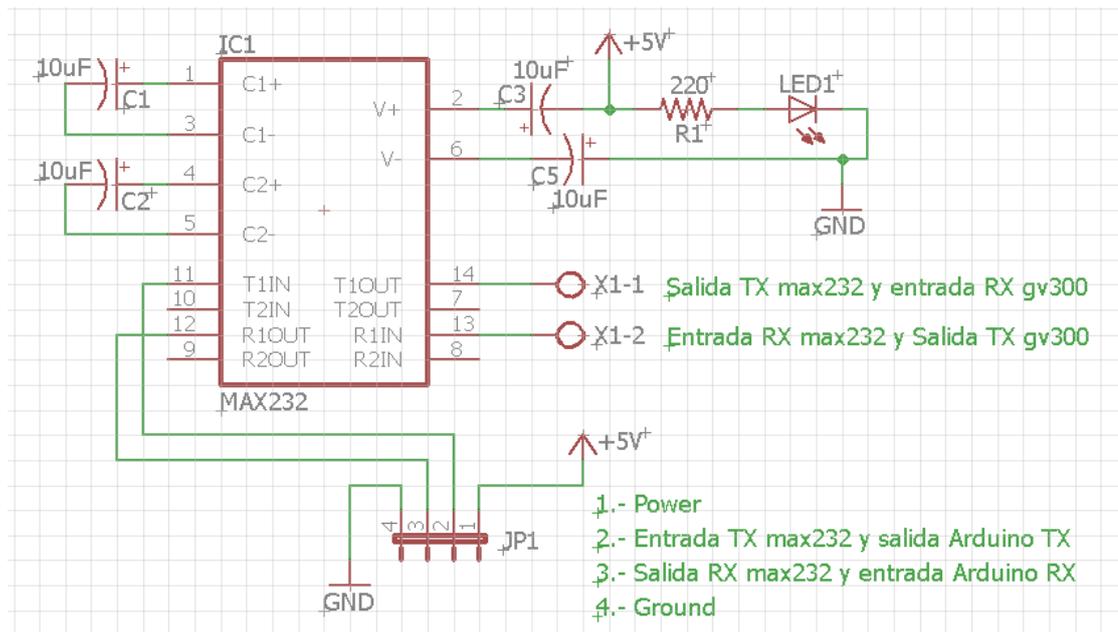


Figura 3. 12: Diseño de circuito Conversor TTL a RS232  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

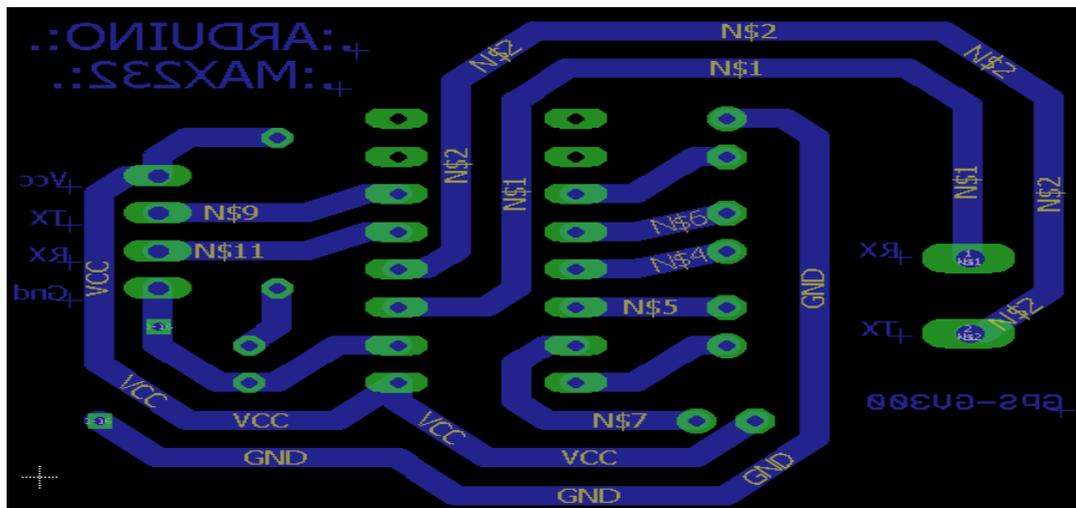


Figura 3. 13: Diseño PCB de circuito Conversor TTL a RS232  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.6. Programación del Controlador

El programa fue desarrollado en el software de programación de arduino en el cual se configuro y programo los diferentes dispositivos utilizando lenguaje C como medio para interactuar con los elementos, en la siguiente Figura 3.14 se puede apreciar el encabezado del programa el cual cuenta con librerías del PID, Sensores de temperatura - humedad, LCD, dimmer , variador y declaración de variables.

```
#include <PID_v1.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include "DHT.h"
#include <TimerOne.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#define Pin 7
#define DHTPIN 10
#define DHTTYPE DHT11

volatile int i=0;
volatile boolean zero_cross=0;
int AC_pin = 3;
int dim2 = 0;
int dim = 128;
OneWire ourWire(Pin);
DallasTemperature sensors(&ourWire);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal lcd(22,24,26,28,30,32);
int estado_btn_asc, estado_btn_desc;
const int btn_asc = 8;
const int btn_desc = 9;
float temp, hum;
const int Tiempo_seg = 60;
int Cont_seg=0;
int ventilador = 5;
int freqStep = 65;
```

Figura 3. 14: Encabezado del Programa  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

En la siguiente figura 3.15 se puede observar la declaración de las constantes del control PID, variables de E/S y punto de estabilización.

```
double consKp = 600, consKi = 8, consKd = 0;
double Setpoint, Input, Output;
PID myPID(&Input, &Output, &Setpoint, consKp, consKi, consKd, DIRECT);
```

Figura 3. 15: Definición de Variables del PID  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Se procede a realizar la inicialización del puerto serial, lcd y los sensores de temperatura conjuntamente se estable los pines de E/S para ventiladores y botonera como se puede apreciar en la Figura 3.16

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial3.begin(9600);
  lcd.begin(16,2);
  dht.begin();
  sensors.begin();

  pinMode(ventilador, OUTPUT);
  pinMode(btn_asc, INPUT);
  pinMode(btn_desc, INPUT);
  pinMode(AC_pin, OUTPUT);

  attachInterrupt(0, zero_cross_detect, RISING);
  Timer1.initialize(freqStep);
  Timer1.attachInterrupt(dim_check, freqStep);

  Setpoint = 30;
  myPID.SetMode(AUTOMATIC);
  myPID.SetOutputLimits(-255,128);
}
```

Figura 3. 16: Inicialización de dispositivos.  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

En la siguiente Figura 3.17 se puede apreciar las funciones para dimmer.

```
void zero_cross_detect() {
  zero_cross = true;
  i=0;
  digitalWrite(AC_pin, LOW);
}
```

Figura 3. 17: Funciones del DIMMER  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Para proceder a realizar el encendido del triac en el momento apropiado que enciende la iluminaria se procede a realizar la siguiente programación como se muestra la Figura 3.18 Posterior es necesario realizar la sensar los datos obtenidos por DS18B20 y DHT11 como se muestra en la figura 3.19 para poder procesarlos en el PID y poder controlar la salida del ventilador y el dimmer.

```

void dim_check() {
  if(zero_cross == true) {
    if(i>=dim) {
      digitalWrite(AC_pin, HIGH);
      i=0;
      zero_cross=false;
    }
    else {
      i++;
    }
  }
}

```

Figura 3. 18: Encendido del TRIAC  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

```

void loop() {
  sensors.requestTemperatures();
  Input = sensors.getTempCByIndex(0);
  temp = sensors.getTempCByIndex(0);
  hum = dht.readHumidity();
  estado_btn_asc = digitalRead(btn_asc);
  estado_btn_desc = digitalRead(btn_desc);
  if(estado_btn_asc == HIGH){
    Setpoint = Setpoint + 1;
    if(Setpoint > 45){
      Setpoint = 45;
    }
  }
  if(estado_btn_desc == HIGH){
    Setpoint = Setpoint - 1;
    if(Setpoint < 20){
      Setpoint = 20;
    }
  }
  double gap = abs(Setpoint - Input);
  myPID.Compute();

  if(Output < 0){
    int m = abs(Output);
    if(m < 70){
      m=70;
    }
  }
  dim = 128;
  analogWrite(ventilador, m);
}

```

Figura 3. 19: Lectura de Temperatura y procesada en el PID  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Hay q tener en cuenta el PID en 0 es igual apagado y 128 es igual encendido pero el Dimmer funciona al inverso es decir 128 = apagado y 0 = encendido es por ello que es necesario invertir la salida para obtener las siguientes líneas de programación como se muestra en la figura 3.20.

```

if(Output > 0){
  int n = 128 - Output;
  int foco = 0;
  for (int i = 0; i < n; i++){
    foco = foco +1;
  }
  analogWrite(ventilador, 0);
  dim = foco;
}

```

Figura 3. 20: Inversor de Datos para DIMMER  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Luego de realizar toda la programación antes descrita los resultado obtenidos de temperatura, humedad, setpoint de temperatura y el error generado entre la temperatura sensada versus la temperatura seteada como se puede observar en la siguiente expresión de programación según figura 3.21 es presentada en un display LCD 16x2.

```

lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("T:");
lcd.print(Input);
lcd.setCursor(8,0);
lcd.print("R:");
lcd.print(Setpoint);
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("E:");
lcd.print(gap);
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print("H:");
lcd.print(hum);
lcd.print("%");

Cont_seg++;

```

Figura 3. 21: Presentación de los datos en la Pantalla LCD  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Para poder realizar el envío de los resultados al GPS GV300 y al monitor serial de la maquina primero identificamos el puerto serial conectado que en este caso está conectado al puerto serial 3 al Max232 que estaría en los pines 14 (tx3 de trasmisión) y 15 (rx3 de recepción) de la placa arduino mega y posterior ante la figura 3.22 Se puede comprobar las líneas de comando para poder realizar comunicación ente los dos dispositivos.

```
if(Cont_seg == Tiempo_seg)
{
  Cont_seg = 0;
  Serial3.print("T:");
  Serial3.print(temp);
  Serial3.print("-H:");
  Serial3.print(hum);
  Serial3.print("-V:XXXXX-V:XXXXX-V:XXXXX@");
  Serial.print("-T:");
  Serial.print(temp);
  Serial.print("-H:");
  Serial.print(hum);
  Serial.print("-V:XXXXX-V:XXXXX-V:XXXXX@");
}
```

Figura 3. 22: Envío de Datos al GV300 y al monitor serial  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Adicionalmente se configuro el módulo GPS Gv300 para que sea reconocida e interactúe con la tarjeta principal controladora arduino, en la figura 3.23 hasta la figura 3.27 se observan los pasos realizados para su configuración en el servidor.

Figura 3. 23: Configuración servidor  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Figura 3. 24: Ajuste de hora local dispositivo  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

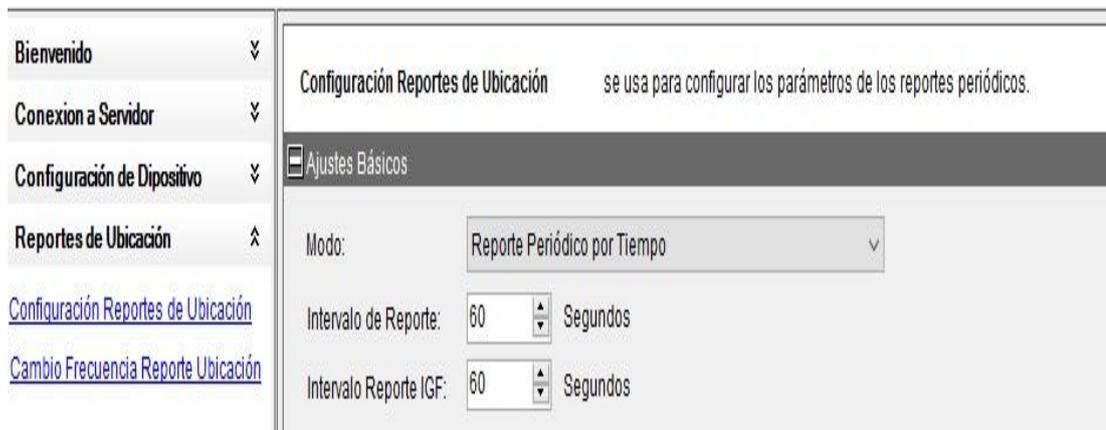


Figura 3. 25: Configurar reportes de ubicación  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

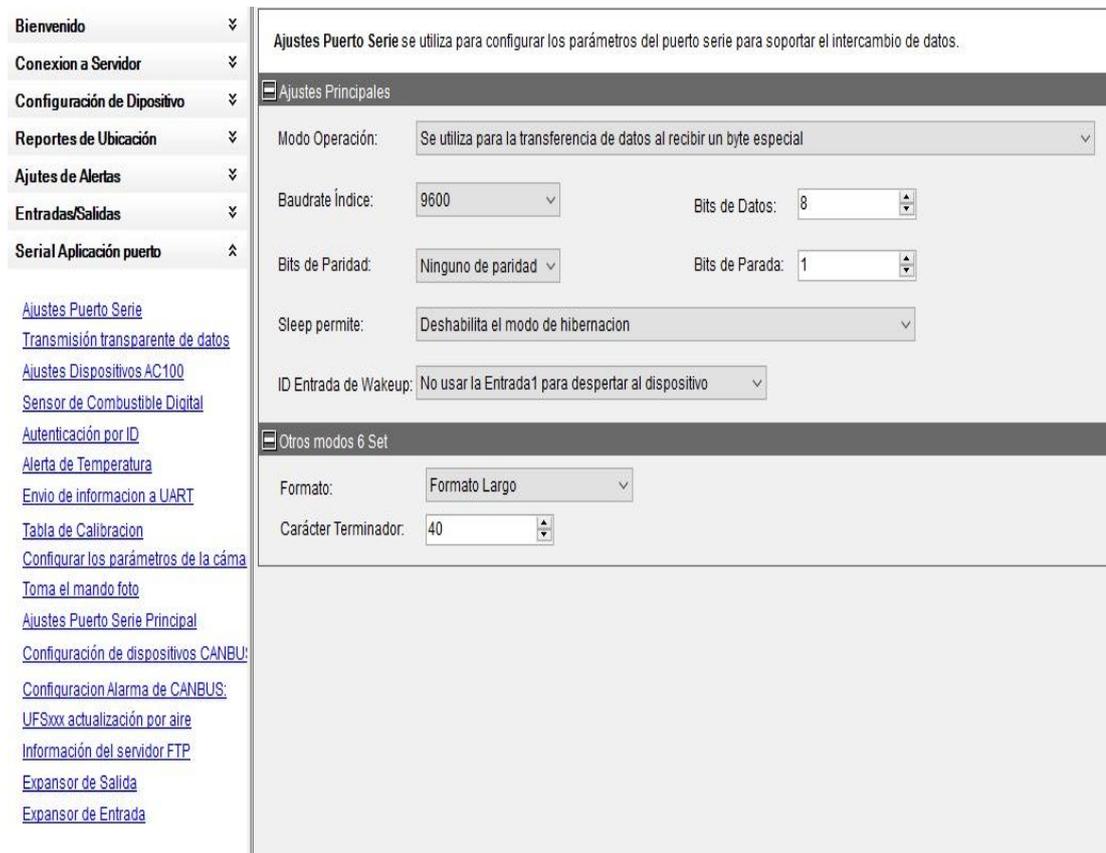


Figura 3. 26: Ajuste de puerto serie  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

Bienvenido

Conexión a Servidor

Configuración de Dispositivo

Reportes de Ubicación

Ajustes de Alertas

Entradas/Salidas

Serial Aplicación puerto

Ajustes Puerto Serie

Transmisión transparente de datos

Ajustes Dispositivos AC100

Sensor de Combustible Digital

Autenticación por ID

Alerta de Temperatura

Envío de Información a UART

Tabla de Calibración

Configurar los parámetros de la cámara

Toma el mando foto

Ajustes Puerto Serie Principal

Configuración de dispositivos CANBUS

Configuración Alarma de CANBUS

UF30xx actualización por aire

Información del servidor FTP

Expansor de Salida

Expansor de Entrada

Transmisión transparente de datos se utiliza para transferir información entre el servidor y los periféricos conectados.

Ajustes Principales

Tipo Comando:

**!** Antes de Enviar este comando, por favor establezca el modo de operación correcta del puerto serie con el comando AT+GTURT

Datos(Código ASCII):

Requiere ACK:

Figura 3. 27: Transmisión de datos  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

En la figura 3.28 se muestra como la información es presentada de forma remota en el servidor local donde se puede observar datos de ubicación, la temperatura y la humedad.

Esconder detalles de ubicación

24	10/02/2017 13:42:31 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.4°C	41.0%
25	10/02/2017 13:43:22 PM	Ubicación	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	0.0°C	0.0%
26	10/02/2017 13:43:27 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.3°C	39.0%
27	10/02/2017 13:44:22 PM	Ubicación	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	0.0°C	0.0%
28	10/02/2017 13:44:22 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.4°C	39.0%
29	10/02/2017 13:45:16 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.3°C	39.0%
30	10/02/2017 13:45:22 PM	Ubicación	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	0.0°C	0.0%
31	10/02/2017 13:46:12 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.2°C	34.0%
32	10/02/2017 13:46:22 PM	Ubicación	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	0.0°C	0.0%
33	10/02/2017 13:47:07 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.3°C	35.0%
34	10/02/2017 13:47:22 PM	Ubicación	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	0.0°C	0.0%
35	10/02/2017 13:48:03 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.3°C	35.0%
36	10/02/2017 13:48:22 PM	Ubicación	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	0.0°C	0.0%
37	10/02/2017 13:48:58 PM	Sensor Temperatura y Humedad	2°08'53"S/79°54'44"O	0.0	0%	24.3°C	35.0%

Figura 3. 28: Presentación de la información remotamente  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### **3.7. Funcionamiento**

El proyecto está basado en un sistema de control de temperatura a través de funciones PID que regula temperatura dentro de una cámara manteniendo así un sistema que se auto-estabiliza, en la figura 3.1 se presentó la unión de las diferentes partes que componen este proyecto a través de un modelo o mapa conceptual, el centro de este proyecto como indica su nombre es la automatización, en esta parte engloba la automatización de la temperatura de la cámara.

El aparato de Control, gestiona todas las conexiones y finalmente el suministro eléctrico. Cuando se enciende el sistema, el sensor envía datos de la temperatura y humedad a la tarjeta arduino, los cuales se pueden ver en una pantalla que está conectada a la tarjeta por medio de un setpoint (un intermediario que permite la comunicación entre arduino y la pantalla), si la temperatura pasa de la temperatura tope que hemos definido, entonces por medio de la programación, arduino se encarga de encender los ventiladores con el objetivo de regular la temperatura, haciendo que esta baje. Cuando la temperatura ha descendido menos del punto que se ha definido, así mismo la tarjeta arduino se encarga de encender los focos y apaga los ventiladores con el objetivo de elevar la temperatura, y es así como luego con la finalidad de mantener esa temperatura establecida los ventiladores y focos se encenderán o apagarán manteniéndose la automatización del control de temperatura.

Todos los datos leídos por los sensores también son enviados desde arduino a un GPS, el mismo que se encarga de enviar la información a una plataforma vía comunicación GSM utilizando protocolo AT para envió de la trama la cual contiene la información de posición, temperatura y humedad para posterior permitir ver los datos a distancia del sistema de control de temperatura.

### 3.8. Esquema electrónico del circuito

A continuación en la figura 3.29 se observa el esquema electrónico de todo el circuito y sus conexiones con la tarjeta principal arduino mega 2560, nótese que por esta tarjeta interactúan todos los demás dispositivos tanto los sensores, también se puede observar las botoneras conectadas a las entradas de la tarjeta arduino para poder ingresar el setpoint, la pantalla LCD 16x2, los actuadores el convertidor de señal Max 232 y el módulo GSM GV300.

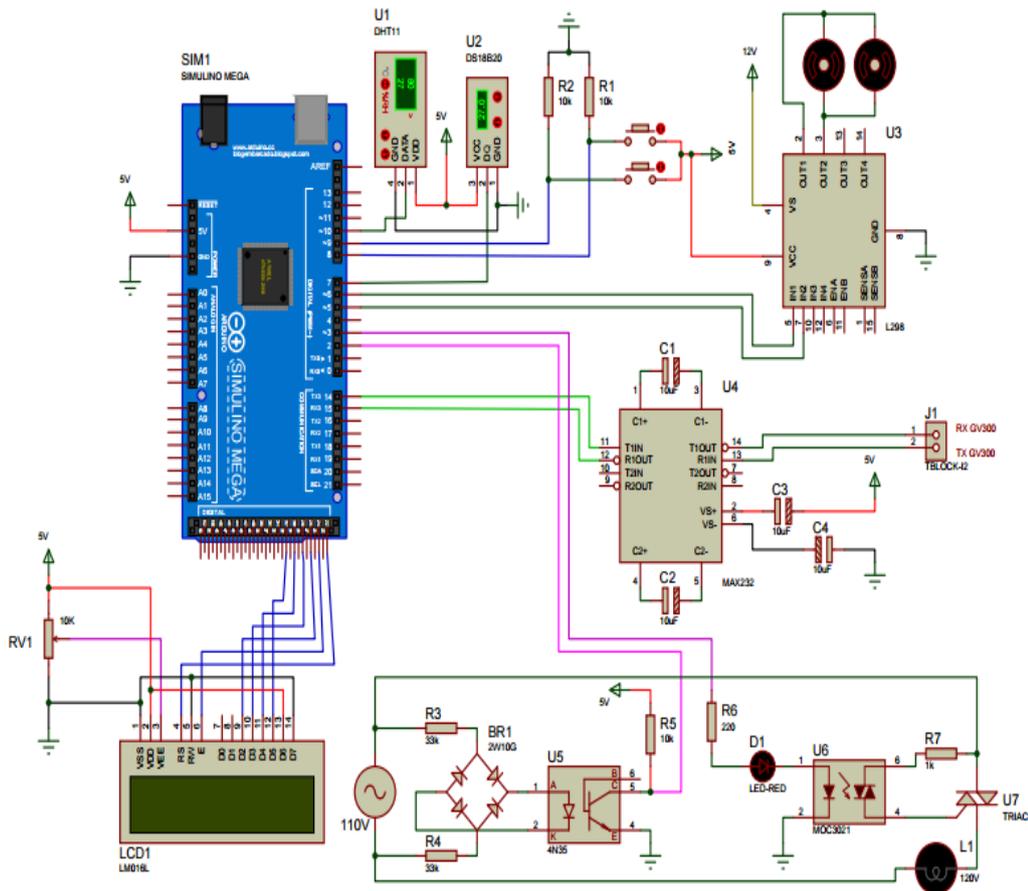


Figura 3. 29: Diseño prototipo de un sistema embebido de control y monitoreo de temperatura  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.9. Instalación de componentes en la maqueta

En la figura 3.30 se observa la instalación de todos los módulos y componentes necesarios para la realización de las pruebas de funcionamiento del prototipo, el montaje fue realizado sobre una base de madera para ajustar los componentes sin que estos se muevan, tapada de un acrílico transparente, así mismo la cámara de refrigeración fue creada con una caja de acrílico translúcida donde internamente están los sensores, los focos que simulan la elevación de la temperatura y los ventiladores que realizan el enfriamiento para lograr la temperatura deseada.



Figura 3. 30: Maqueta del circuito controlador de temperatura.  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

### 3.10. Análisis de presupuesto económico

Para realizar el prototipo de un sistema embebido es necesario argumentar y conocer la viabilidad del proyecto se puede conocer los costos de los diferentes elementos del sistema que fueron cruciales para poder realizar el desarrollo, el presente proyecto cuenta con una inversión de \$127,50 dólares americanos ratificando que la mayoría de los componentes son Hardware y Software Libre .

Realizando un análisis costo beneficio podemos resolver fácilmente que la inversión realizada es económica y el beneficio que podemos obtener con el sistema es atractivo a empresas que requieran este servicio debido a la gran demanda que está creciendo en este sector de trasportación logística de productos.

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio final</b>
Arduino Mega	1	\$ 20,00	\$ 20,00
Módulo GV300	1	\$ 50,00	\$ 50,00
Módulo L298N	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Integrado Max 232	1	\$ 3,00	\$ 3,00
MOC 3021	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Integrado 4N35	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Sensor DS18B20	1	\$ 2,00	\$ 2,00
Sensor DHT11	1	\$ 1,00	\$ 1,00
Puente rectificador	1	\$ 1,00	\$ 1,00
TRIACK BT136	1	\$ 0,50	\$ 0,50
Baquelita de Cobre	1	\$ 3,00	\$ 3,00
Foco incandescente	2	\$ 1,50	\$ 3,00
Ventiladores	2	\$ 5,00	\$ 10,00
Acrílico	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Madera	1	\$ 10,00	\$ 10,00
Varios: Tornillos, Resistencias, Capacitores, Diodos, Jumpers, y Borneras	N/A	N/A	\$ 5,00
<b>Total</b>			<b>\$ 127,50</b>

Tabla 3. 1: Presupuesto de Materiales para Proyecto  
Elaborado por: Jonathan Javier Sedamanos Saca

## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **4.1. Conclusiones.**

Se analizó y recopiló toda la información necesaria con respecto al sistema embebido arduino Mega 2560 y medios de comunicación remota que en este caso se utilizó la tecnología M2M con énfasis en el equipo gv300 para poder llevar a cabo interacción entre equipos fue contundente conocer a profundidad arquitectura, protocolos, configuraciones y programación para desarrollo del sistema.

Se logró diseñar un prototipo el cual cumpla el principio fundamental de controlar y monitorear la temperatura en simulación, en cuanto a integración e interacción de equipos fue necesario identificar que el controlador arduino mega 2560 realiza comunicación en serie en los pines TX / RX utilizando niveles lógicos TTL de 3.3V medidos con multímetro mientras que el equipo M2M GV300 utiliza puerto serie RS232 operando a +/- 12V para poder resolver esta inconsistencia en la comunicación e interacción de equipos fue necesario implementar un conversor TTL a RS232 utilizando un integrado MAX232 añadiéndolo al diseño para poder transmitir temperatura y humedad al GV300 a su puerto RS232.

Con este prototipo se pudo implementar el sistema embebido el cual después de someter a pruebas de correcto funcionamiento se determinó que cumple con lo propuesto ya que utilizando el controlador Arduino Mega 2560 con la librería PID se puede ingresar desde los botones de la maqueta el setpoint que sirve de referencia para mantener la temperatura deseada, el manejo de sensores (DS18B20-DHT11) los cuales están constantemente detectando la temperatura y humedad en el ambiente sirviendo de retroalimentación al sistema obteniendo margen muy pequeño en cuanto al valor medido respecto al valor deseado, motores/ventiladores realizan la función de actuador y módulos adicionales como GV300 para el envío de información los datos se pueden apreciar en la Figura 3.28.

## **4.2. Recomendaciones.**

Se recomienda que para la utilización del sistema con equipos de enfriamiento real que utilizan motores de mucho arranque y mayor corriente se utilice actuadores de mayor potencia, acompañado de driver o manejador que puedan interactuar con corrientes elevadas utilizando un sistema inversor de tensión para aprovechar eficientemente los niveles de tensión para los equipos, asegurando los equipos con sistemas de seguridad y respaldo de energía para proteger los productos a transportar y poder tener un tiempo de reacción sin que los productos sufran daño irreversibles en su condición, calidad y vulnerabilidad.

Se sugiere que para poder realizar telemetría con tecnología M2M específicamente equipos Queclink con su equipo de serie GV300 va ser necesario realizar la conversión de niveles lógicos TTL a estándares RS232 y poder realizar envío de información.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anoro, J. M. (2010-2011). *tecnología industrial II*. IES Santa Maria.

Antonia, C. (9 de Noviembre de 2013). *DUNIAELECTRONICS*. Obtenido de <https://duniaelectronic.wordpress.com/m2m/4-m2m-development-system-architecture/>

Brown, J. (23 de agosto de 2011). *Machine 2 Machine - Internet of Things - Real World Internet*. Obtenido de slideshare: <http://www.slideshare.net/jackebrown/machine-2-machine-internet-of-things-real-world-internet-8996257>

Cardona, A. (3 de 10 de 2016). *SERTRANS*. Obtenido de <http://www.sertrans.es/trasporte-terrestre/el-transporte-de-alimentos-y-la-cadena-de-frio-2/>

Chacón, R. C. (2014). *Control domótico de temperatura mediante Arduino UNO*. Cataluña: UOC Universidad Abierta de Cataluña.

Chen, M., Wan, J., & Li, F. (28 de febrero de 2012). *Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications*. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.725.8748&rep=rep1&type=pdf>

Creus., A. (2011). El ejemplo de control de la temperatura ambiente en función de la temperatura exterior. En A. Creus., *Instrumentación Industrial*. (págs. pag 528-9 pag. 491). Atecyr.: Transfer function en PlanetMath.

Dictionary, C. (2 de 5 de 2016). *Cambridge University Press*. Obtenido de Cambridge University Press:

<http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/embedded-system>

Dominguez, A. C. (2003). *Sistema de control de Temperatura a través de Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Madrid: UPM Universidad Politécnica de Madrid.

Dominguez, A. C. (2003). *Sistema para el control de la temperatura basado en la plataforma Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Madrid: UPM Universidad Politécnica de Madrid.

Emilio, D. P. (2015). *Embedded Systems Design for high-speed data acquisition*. Obtenido de Springer:

<http://www.springer.com/la/book/9783319068640>

Fischmeister, S. (2015). *Introduction to Programming Embedded Systems*. Pennsylvania: Department of Computer and Information Science UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA.

Francisco Rodríguez Díaz, M. B. (2005). *Control y robótica en agricultura*. Almería: Universidad Almería.

Ieshuelin. (01 de 05 de 2010). <http://ieshuelin.com/>. Recuperado el 5 de enero de 2017, de <http://ieshuelin.com/>:

<http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3-SISTEMAS-DE-CONTROL-AUTOMATICO.pdf>

INEN. (2016). *Servicio Ecuatoriano de normalización*. Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización . (2014).

<http://www.normalizacion.gob.ec/>. Obtenido de

[http://www.normalizacion.gob.ec/wp-](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/n-te_inen_2917.pdf)

[content/uploads/downloads/2014/02/n-te\\_inen\\_2917.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/n-te_inen_2917.pdf)

Jain, P. (03 de 01 de 2012). *engineersgarage*. Obtenido de engineersgarage:

<http://www.engineersgarage.com/articles/embedded-systems>

Kamal, R. (2014). *Embedded Systems: Architecture, Programming and Design* .McGraw Hill Education.

Kuo, B. C. (2012). *Sistemas de Control Automático*. Mexico: Pearson Educación,.

Ministerio de Salud Pública. (22 de Julio de 1998).

<http://instituciones.msp.gob.ec/>. Obtenido de

[http://instituciones.msp.gob.ec/dps/santo\\_domingo/images/stories/reglamento\\_de\\_alimentos.pdf](http://instituciones.msp.gob.ec/dps/santo_domingo/images/stories/reglamento_de_alimentos.pdf)

Murray, K. J. (2008). *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press.: ISBN 0691135762.

Navarro, M. Á. (2012). *Arduino based acquisition system for control applications*.Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña.

Rouse, M., R. R., S. S., & A. E. (Diciembre de 2016). *internetofthingsagenda*. Obtenido de internetofthingsagenda:

<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/embedded-system>

S., William. (1996). *The Control Handbook*. New York: CRC Press. ISBN 978-0-849-38570-4.

Santillán Meneses, G. E., & Haro Cuadrado, D. L. (2016). *Tesis - Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones*. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Chimborazo:  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/574>

SIICEX Sistema Integrado de Información de Comercio. (2015). *SIICEX*.

Obtenido de

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/1025163015radB52B3.pdf>

Tan, S. K., Sooriyabandara, M., & Fan, Z. (2011). *M2M Communications in the Smart Grid: Applications, Standards, Enabling Technologies, and Research Challenges*. Bristol, UK: Chi Zhou. Obtenido de  
<https://www.hindawi.com/journals/ijdmb/2011/289015/>

TCP UST Global. (2014). *Aplicaciones y servicios M2M*. Obtenido de  
<http://www.tcpsi.com/servicios/m2m.htm>

Vivanco, C. (04 de 2012). Análisis de sistemas de control de primer orden y segundo orden usando lenguaje de programación matlab-simulink. Guayaquil, Guayas, Ecuador: UCSG.

Anoro, J. M. (2010-2011). *tecnología industrial II*. IES Santa Maria.

Antonia, C. (9 de Noviembre de 2013). *DUNIAELECTRONICS*. Obtenido de  
<https://duniaelectronic.wordpress.com/m2m/4-m2m-development-system-architecture/>

- Brown, J. (23 de agosto de 2011). *Machine 2 Machine - Internet of Things - Real World Internet*. Obtenido de slideshare:  
<http://www.slideshare.net/jackebrown/machine-2-machine-internet-of-things-real-world-internet-8996257>
- Cardona, A. (3 de 10 de 2016). *SERTRANS*. Obtenido de  
<http://www.sertrans.es/trasporte-terrestre/el-transporte-de-alimentos-y-la-cadena-de-frio-2/>
- Chacón, R. C. (2014). *Control domótico de temperatura mediante Arduino UNO*. Cataluña: UOC Universidad Abierta de Cataluña.
- Chen, M., Wan, J., & Li, F. (28 de febrero de 2012). *Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications*. Obtenido de  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.725.8748&rep=rep1&type=pdf>
- Creus., A. (2011). El ejemplo de control de la temperatura ambiente en función de la temperatura exterior. En A. Creus., *Instrumentación Industrial*. (págs. pag 528-9 pag. 491). Atecyr.: Transfer function en PlanetMath.
- Dictionary, C. (2 de 5 de 2016). *Cambridge University Press*. Obtenido de Cambridge University Press:  
<http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/embedded-system>
- Dominguez, A. C. (2003). *Sistema de control de Temperatura a través de Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Madrid: UPM Universidad Politécnica de Madrid.

Dominguez, A. C. (2003). *Sistema para el control de la temperatura basado en la plataforma Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Madrid: UPM Universidad Politécnica de Madrid.

Emilio, D. P. (2015). *Embedded Systems Design for high-speed data acquisition*. Obtenido de Springer:  
<http://www.springer.com/la/book/9783319068640>

Fischmeister, S. (2015). *Introduction to Programming Embedded Systems*. Pennsylvania: Department of Computer and Information Science UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA.

Francisco Rodríguez Díaz, M. B. (2005). *Control y robótica en agricultura*. Almería: Universidad Almería.

Ieshuelin. (01 de 05 de 2010). <http://ieshuelin.com/>. Recuperado el 5 de enero de 2017, de <http://ieshuelin.com/>:  
<http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3-SISTEMAS-DE-CONTROL-AUTOMATICO.pdf>

INEN. (2016). *Servicio Ecuatoriano de normalización* . Obtenido de <http://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización . (2014).  
<http://www.normalizacion.gob.ec/>. Obtenido de [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/n-te\\_inen\\_2917.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/n-te_inen_2917.pdf)

Jain, P. (03 de 01 de 2012). *engineersgarage*. Obtenido de engineersgarage:  
<http://www.engineersgarage.com/articles/embedded-systems>

- Kamal, R. (2014). *Embedded Systems: Architecture, Programming and Design*. McGraw Hill Education.
- Kuo, B. C. (2012). *Sistemas de Control Automático*. Mexico: Pearson Educación,.
- Ministerio de Salud Pública. (22 de Julio de 1998).  
<http://instituciones.msp.gob.ec/>. Obtenido de  
[http://instituciones.msp.gob.ec/dps/santo\\_domingo/images/stories/reglamento\\_de\\_alimentos.pdf](http://instituciones.msp.gob.ec/dps/santo_domingo/images/stories/reglamento_de_alimentos.pdf)
- Murray, K. J. (2008). *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press.: ISBN 0691135762.
- Navarro, M. Á. (2012). *Arduino based acquisition system for control applications*. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña.
- Rouse, M., R. R., S. S., & A. E. (Diciembre de 2016). *internetofthingsagenda*.  
 Obtenido de internetofthingsagenda:  
<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/embedded-system>
- S., William. (1996). *The Control Handbook*. New York: CRC Press. ISBN 978-0-849-38570-4.
- Santillán Meneses, G. E., & Haro Cuadrado, D. L. (2016). *Tesis - Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones*. Obtenido de Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Chimborazo:  
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/574>
- SIICEX Sistema Integrado de Información de Comercio. (2015). *SIICEX*.  
 Obtenido de

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/1025163015radB52B3.pdf>

Tan, S. K., Sooriyabandara, M., & Fan, Z. (2011). *M2M Communications in the Smart Grid: Applications, Standards, Enabling Technologies, and Research Challenges*. Bristol, UK: Chi Zhou. Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/ijdmb/2011/289015/>

TCP UST Global. (2014). *Aplicaciones y servicios M2M*. Obtenido de <http://www.tcpsi.com/servicios/m2m.htm>

Vivanco, C. (04 de 2012). Análisis de sistemas de control de primer orden y segundo orden usando lenguaje de programación matlab-simulink. Guayaquil, Guayas, Ecuador: UCSG.

Anoro, J. M. (2010-2011). *tecnología industrial II*. IES Santa Maria.

Antonia, C. (9 de Noviembre de 2013). *DUNIAELECTRONICS*. Obtenido de <https://duniaelectronic.wordpress.com/m2m/4-m2m-development-system-architecture/>

Brown, J. (23 de agosto de 2011). *Machine 2 Machine - Internet of Things - Real World Internet*. Obtenido de slideshare: <http://www.slideshare.net/jackebrown/machine-2-machine-internet-of-things-real-world-internet-8996257>

Cardona, A. (3 de 10 de 2016). *SERTRANS*. Obtenido de <http://www.sertrans.es/trasporte-terrestre/el-transporte-de-alimentos-y-la-cadena-de-frio-2/>

- Chacón, R. C. (2014). *Control domótico de temperatura mediante Arduino UNO*. Cataluña: UOC Universidad Abierta de Cataluña.
- Chen, M., Wan, J., & Li, F. (28 de febrero de 2012). *Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications*. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.725.8748&rep=rep1&type=pdf>
- Creus., A. (2011). El ejemplo de control de la temperatura ambiente en función de la temperatura exterior. En A. Creus., *Instrumentación Industrial*. (págs. pag 528-9 pag. 491). Atecyr.: Transfer function en PlanetMath.
- Dictionary, C. (2 de 5 de 2016). *Cambridge University Press*. Obtenido de Cambridge University Press: <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/embedded-system>
- Dominguez, A. C. (2003). *Sistema de control de Temperatura a través de Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Madrid: UPM Universidad Politécnica de Madrid.
- Dominguez, A. C. (2003). *Sistema para el control de la temperatura basado en la plataforma Arduino y la tecnología GPRS/GSM*. Madrid: UPM Universidad Politécnica de Madrid.
- Emilio, D. P. (2015). *Embedded Systems Design for high-speed data acquisition*. Obtenido de Springer: <http://www.springer.com/la/book/9783319068640>

Fischmeister, S. (2015). *Introduction to Programming Embedded Systems*.

Pennsylvania: Department of Computer and Information Science

UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA.

Francisco Rodríguez Díaz, M. B. (2005). *Control y robótica en agricultura*.

Almería: Universidad Almería.

Ieshuelin. (01 de 05 de 2010). <http://ieshuelin.com/>. Recuperado el 5 de

enero de 2017, de <http://ieshuelin.com/>:

<http://ieshuelin.com/huelinwp/download/Tecnologia/Tecnologia%20industrial/3-SISTEMAS-DE-CONTROL-AUTOMATICO.pdf>

INEN. (2016). *Servicio Ecuatoriano de normalización* . Obtenido de

<http://www.normalizacion.gob.ec/>

Instituto Ecuatoriano de Normalización . (2014).

<http://www.normalizacion.gob.ec/>. Obtenido de

[http://www.normalizacion.gob.ec/wp-](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_2917.pdf)

[content/uploads/downloads/2014/02/nte\\_inen\\_2917.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_2917.pdf)

Jain, P. (03 de 01 de 2012). *engineersgarage*. Obtenido de engineersgarage:

<http://www.engineersgarage.com/articles/embedded-systems>

Kamal, R. (2014). *Embedded Systems: Architecture, Programming and*

*Design* .McGraw Hill Education.

Kuo, B. C. (2012). *Sistemas de Control Automático*. Mexico: Pearson

Educación,.

Ministerio de Salud Pública. (22 de Julio de 1998).

<http://instituciones.msp.gob.ec/>. Obtenido de

[http://instituciones.msp.gob.ec/dps/santo\\_domingo/images/stories/reglamento\\_de\\_alimentos.pdf](http://instituciones.msp.gob.ec/dps/santo_domingo/images/stories/reglamento_de_alimentos.pdf)

Murray, K. J. (2008). *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press.: ISBN 0691135762.

Navarro, M. Á. (2012). *Arduino based acquisition system for control applications*. Cataluña: Universidad Politecnica de Cataluña.

Rouse, M., R. R., S. S., & A. E. (Diciembre de 2016). *internetofthingsagenda*.

Obtenido de internetofthingsagenda:

<http://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/embedded-system>

S., William. (1996). *The Control Handbook*. New York: CRC Press. ISBN 978-0-849-38570-4.

Santillán Meneses, G. E., & Haro Cuadrado, D. L. (2016). *Tesis - Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones*. Obtenido de Repositorio Digital

de la Universidad Nacional de Chimborazo:

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/574>

SIICEX Sistema Integrado de Información de Comercio. (2015). *SIICEX*.

Obtenido de

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/1025163015radB52B3.pdf>

Tan, S. K., Sooriyabandara, M., & Fan, Z. (2011). *M2M Communications in the Smart Grid: Applications, Standards, Enabling Technologies, and*

*Research Challenges*. Bristol, UK: Chi Zhou. Obtenido de

<https://www.hindawi.com/journals/ijdmb/2011/289015/>

TCP UST Global. (2014). *Aplicaciones y servicios M2M*. Obtenido de  
<http://www.tcpsi.com/servicios/m2m.htm>

Vivanco, C. (04 de 2012). Análisis de sistemas de control de primer orden y segundo orden usando lenguaje de programación matlab-simulink.  
Guayaquil, Guayas, Ecuador: UCSG.

## **GLOSARIO**

**M2M:** Machine to Machine, permite la comunicación inteligente entre dos máquinas remotas en tiempo real.

**USB:** Universal Serial Bus

**PID:** Proporcional Integral Derivativo

**IDE:** Integrated Development Environment

**LCD:** Liquid Cristal Display

**GPRS:** General Packet Radio Service

**GSM:** Global System for Mobile Communications

**GPS:** Global Positioning System

**RTOS:** Sistema operativo en tiempo real

**CCD:** Charge Coupled Device

**CPU:** Central Processing Unit

**ALU:** Unidad de aritmética y lógica

**PC:** Contador de programa

**SP:** Stack Pointer

**RAM:** Random Access Memory

**ROM:** Read Only Memory

**SOFTWARE:** Todo el conjunto intangible de datos y programas de la computadora.

**HARDWARE:** Parte tangible o dispositivos físicos de la computadora; como la placa base, la unidad central de almacenamiento, periféricos y el monitor.

**FIRMWARE:** Es un bloque de instrucciones de programa para propósitos específicos, grabado en una memoria de tipo no volátil (ROM, EEPROM, flash, etc), que establece la lógica de más bajo nivel que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo.

**WATCHDOG:** Es un mecanismo de seguridad que provoca un reset del sistema.

**ASIC:** Circuito Integrado para Aplicaciones Específicas

**PIC:** Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico)

**E/S:** Entradas y Salidas

**RFID:** Radio Frequency IDentification

**DSL:** Digital Subscriber Line (línea de abonado digital o línea de suscripción digital)

**EUTRAN:** Evolved Terrestrial Radio Access Network (Red de Acceso a la Red Terrestre Evolucionada)

**UTRAN:** Red de Acceso Radio Terrestre UMTS

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunications System

**WLAN:** Wireless local area network (Una red de área local inalámbrica)

**2G:** Abreviación de segunda generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS.

**3G:** Abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS.

**4G:** Abreviación de cuarta generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS

**LTE:** Long Term Evolution (evolución de largo plazo)

**API:** Interfaz de programación de aplicaciones

**MSBF:** Función De arranque del servicio

**MAS:** Autenticación de servicio

**Bootstrap:** Es un framework o conjunto de herramientas de Código abierto para diseño de sitios y aplicaciones web.

**FRAMEWORK:** (infraestructura), Es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente, con artefactos o módulos concretos de software, que puede servir de base para la organización y desarrollo de software.

**PWM:** Pulse Width Modulation

**SRAM:** Static Random Access Memory

**EEPROM:** Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

**VCC:** Voltaje de Corriente Continua

**GND:** Ground

**TTFX:** Time to First Fix

**MHZ:** Megahercio

**TTL:** Transistor Transistor Logic

**RS232:** Recommended Standard 232 (Estándar Recomendado 232), es una interfaz que designa una norma para el intercambio de datos binarios serie entre un DTE y un DCE.

**TX:** Transmisión o transmisor

**RX:** Recepción o receptor

**RTS:** Request to Send

**CTS:** Clear to Send

**CE:** Conformidad Europea

**FCC:** Comisión Federal de Comunicaciones en los Estados Unidos.

**MAX232:** Es un circuito integrado de Maxim que convierte las señales de un puerto serie RS-232 a señales compatibles con los niveles TTL de circuitos lógicos.

**GV300:** Equipo localizador de vehículos de la marca Queclink.



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **SEDAMANOS SACA, JONATHAN JAVIER** con C.C: #1725069254 autor del Trabajo de Titulación: **DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO, PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA EN CAMIONES DE FRIO, UTILIZANDO TECNOLOGÍA M2M** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando

Guayaquil, 21 de Marzo del 2017

f. \_\_\_\_\_

Nombre: SEDAMANOS SACA, JONATHAN JAVIER

C.C: 1725069254



## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO, PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA EN CAMIONES DE FRIO, UTILIZANDO TECNOLOGÍA M2M.		
<b>Autor(Es)</b>	Jonathan Javier Sedamanos Saca		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Luis Silvio Cordova Rivadeneira		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	21 de Marzo del 2017	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	81
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Electrónica, Programación, Control y Telemática		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Entorno inteligente, comunicación, telemetría, domótica, redes.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras): Con un entorno inteligente, ha sido la fantasía de muchos escritores y científicos por años. Esta aspiración cada vez está más cerca de convertirse en una realidad, ya que la próxima generación de redes estará abocada directamente a la comunicación entre maquinas, ya que estas estén totalmente integradas a nuestras vidas. Actualmente, algunos de los principales usos de la comunicación entre máquinas incluyen la telemetría, la domótica, la seguridad, el control de flota y las redes de sensores. Los avances tecnológicos han permitido desarrollar dispositivos de menor tamaño, económicos y con mayor capacidad de procesamiento y comunicación, lo que ha derivado en que el mercado de las comunicaciones entre máquinas cada día se vuelva más atractivo. El factor que embaraza todos estos procesos está radicado en la inversión de tiempo y recursos necesarios para resolver los problemas de comunicación e identificación de dispositivos, problemática que se será tratada y solucionada en este trabajo de titulación.			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono</b> 042266152	<b>E-mail:</b> jonathan_sedamanos@hotmail.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Mendoza Merchán, Eduardo Vicente		
	<b>Teléfono:.</b> +593 985086815		
	<b>E-mail:</b> edu.mendoza@hotmail.com		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			