

**REDISEÑO DE CONTROL DE CALEFACCIÓN EN LA EMPRESA
P.I.C. COLOMBIA S.A SANTO DOMINGO.**

**AGUDELO RUA JAIRO ALONSO
ORREGO AGUIRRE DIEGO ARLEY**

**TECNOLOGIA EN ELECTRONICA
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
SANTO DOMINGO**

2016

**REDISEÑO DE CONTROL DE CALEFACCIÓN EN LA EMPRESA
P.I.C. COLOMBIA S.A SANTO DOMINGO.**

**AGUDELO RUA JAIRO ALONSO
ORREGO AGUIRRE DIEGO ARLEY**

Trabajo de grado para optar al título de tecnólogo en electrónica

Asesor

**Carlos Alberto Monsalve Jaramillo
Especialista en Sistemas Automáticos de Control**

**TECNOLOGIA EN ELECTRONICA
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
SANTO DOMINGO**

2016

Contenido

	Pág.
Introducción	8
1. Planteamiento del Problema.....	9
1.1 Descripción.....	9
1.2 Formulación.....	9
2. Justificación.....	10
3. Objetivos	11
3.1. Objetivo general	11
3.2. Objetivos específicos.....	11
4. Marco teórico	12
4.1 Autómata	12
4.2 Display.....	15
4.2.1. Características principales	16
4.2.2. Funcionamiento.	16
5. Metodología	18
5.1 Tipo de proyecto.....	18
5.2 Método.....	18
5.3. Instrumentos de recolección de información	18
5.3.1. Fuentes primarias.....	18
5.3.2. Fuentes secundarias	18
6. Resultados del proyecto	19
7. Conclusiones	27
8. Recomendaciones.....	28

9.	Referencias bibliográficas	29
----	----------------------------------	----

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Diagrama del autómata _____	13
<i>Figura 2.</i> Pantalla o display lcd _____	15
<i>Figura 3.</i> Parideras con lámparas de aluminio _____	19
<i>Figura 4.</i> Parideras con placas térmicas _____	20
<i>Figura 5.</i> Controles con tarjetas en mal estado _____	21
<i>Figura 6.</i> Control de 24 salidas con fusible independiente _____	22
<i>Figura 7.</i> Enlace entre autómatas _____	23
<i>Figura 8.</i> Dialogo para encender y apagar lámparas. _____	24
<i>Figura 9.</i> Medición de temperatura. _____	25
<i>Figura 10.</i> Diagrama de control de calefacción _____	26

Resumen

REDISEÑO DE CONTROL DE CALEFACCIÓN EN LA EMPRESA P.I.C. COLOMBIA S.A SANTO DOMINGO.

**AGUDELO RUA JAIRO ALONSO
ORREGO AGUIRRE DIEGO ARLEY**

Este proyecto surge por la necesidad de implementar un sistema que supere problemas de control automático en la calefacción de parideras, en el cual se crea un prototipo que cumpla con las exigencias requeridas para brindar un mejor confort de calor y crecimiento de los lechones. Antes de dar marcha al rediseño se investiga lo necesario y se pone en uso los conocimientos previos para obtener la aprobación de la empresa.

Se diseña un control de calefacción con un software que controla las señales de voltaje con precisión, buscando que sea novedoso en el sentido que las lámparas prendan y apaguen dependiendo de la temperatura ambiente que se encuentra en el módulo.

Como resultado se hace un mejoramiento en proceso, rendimiento de manejo y producción.

Palabras claves: calefacción, paridera, prototipo, temperatura, confort

Abstract

This project arises from the need to implement a system that overcomes problems of automatic control in heating farrowing, in which is created a prototype that meets the requirements required to provide better heat comfort and piglet growth. Before giving up the redesign investigated the necessary and put into use prior knowledge to obtain approval of the company.

Designed a heating control with a software controlling the voltage signals accurately, searching that is new in the sense that the lamps turned on an off depending on the ambient temperature found in the module.

As a result, it has an improvement in process performance management and production.

Keywords: heating, farrowing, prototype, temperature, comfort

Glosario

Confort: el confort es aquello que produce bienestar y comodidades.

Fibra de carbono: la fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro y compuesto principalmente por carbono. Cada fibra de carbono es la unión de miles de filamentos de carbono. Se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poliacrilonitrilo.

Potenciómetro: un potenciómetro es un componente electrónico similar a los resistores pero cuyo valor de resistencia en vez de ser fijo es variable, permitiendo controlar la intensidad de corriente a lo largo de un circuito conectándolo en paralelo ó la caída de tensión al conectarlo en serie. Un potenciómetro es un elemento muy similar a un reóstato, la diferencia es que este último disipa más potencia y es utilizado para circuitos de mayor corriente, debido a esta característica, por lo general los potenciómetros son generalmente usados para variar el voltaje en un circuito colocados en paralelo, mientras que los reóstatos se utilizan en serie para variar la corriente.

Calefacción: conjunto de aparatos que forman un sistema y sirven para calentar un lugar, especialmente un edificio o una parte de él. En este caso nos referimos a calefacción como el sistema que les brinda un ambiente agradable a los animales para su óptimo desarrollo y crecimiento.

Captador: dispositivo sensible a las variaciones de una magnitud física, que proporciona una señal útil, normalmente eléctrica.

Actuador: es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide).

Introducción

Los animales hoy por hoy a nivel internacional se les viene dando una gran importancia en cuanto a su cuidado y las condiciones en que ellos se deben mantener, ya sea a nivel doméstico o cualquier otra que sea su habitat. Caso puntual se presenta con los cerdos que en la actualidad son altamente comercializados por un fin especial que será siempre el aportar un complemento alimenticio para miles de personas, sin dejar de lado la importancia del cuidado que se debe tener para que este negocio sea rentable.

Con el proyecto de grado se busca mejorar el sistema de calefacción en la empresa P.I.C Colombia S.A, por el uso de un sistema de automatización del mismo control, lo que va a permitir que se reduzca la necesidad de la intervención humana en dicho proceso, ya que el que se viene usando en la actualidad es un sistema que consta de una tarjeta muy simple que se manipula por la acción de un potenciómetro logarítmico mediante la ayuda del ser humano. Este proceso va más allá de la mecanización, por lo que va ser más eficiente en su funcionamiento y de esta manera va a generar mayor beneficio en la compañía en temas relacionados con economía, tiempo y eficiencia.

1. Planteamiento del Problema

1.1 Descripción

La sección de atención de partos cuenta con unos procesos establecidos, al analizar el funcionamiento de cada uno de ellos, se pudo llegar a la conclusión de acuerdo a las funciones que desempeñan en términos de operación se puede hacer un rediseño de controles de calefacción, dado a que se viene trabajando con potenciómetros industriales de tipo logarítmicos, los cuales no son exactos en la variación del voltaje y por estar fabricados en fibra de carbono se deterioran con facilidad, lo que hace que este sistema sea ineficiente y le genere a la empresa afectaciones en la parte productiva.

Por el hecho de este proceso ser manipulado manualmente, tiende a tener más errores en su funcionamiento, lo que lleva a considerar que el sistema logre ser cambiado por otro, donde sea automático y más eficiente en su proceso.

1.2 Formulación

¿Es posible realizar el control de calefacción que cumpla con las necesidades que requiere la empresa?

2. Justificación

Con esta mejora en el sistema, la compañía va a ahorrar dinero y va a hacer más eficiente el manejo de la temperatura, todo porque esta modificación va a permitir que su manipulación sea más amena, y se alargue su vida útil. El área de mantenimiento también se beneficia de esta mejora al reducir los gastos de reparación y el tiempo que se invierte en dicho mantenimiento.

La idea central de este proyecto es darle un enfoque más completo a un equipo que puede dar soluciones que permita calidad en su desempeño para que sea más efectivo en su funcionamiento y logre ahorrar tiempo en su ejecución para que así la temperatura sea más exacta.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Rediseñar un control de calefacción para que la compañía mejore sus procesos de temperatura en las parideras de cerdos en un mejor tiempo posible y de una manera más automática.

3.2. Objetivos específicos

Consultar como se automatiza un control de calefacción para una empresa o una vivienda.

Realizar el diseño del circuito electrónico para el ensamble del control.

Efectuar pruebas de ensayo para verificar su perfecto funcionamiento o sus posibles fallas.

Instalar el control en el área de parideras como paso final del proyecto.

4. Marco teórico

4.1 Autómata

La palabra autómata es un término que se emplea en nuestro idioma para referir varias cuestiones, buena parte de ellas asociadas a la noción de automático, que como sabemos implica todo aquello que funciona en casi todo por sus propios medios, y generalmente, como consecuencia que se le ha provisto de un mecanismo especial que le permite realizar tareas y acciones de manera autosuficiente.

Al dispositivo que presenta un mecanismo que le facilita la realización de determinados movimientos se le denomina autómata.

También, llamamos autómata a aquella máquina que se ocupa de recrear e imitar tanto la figura como los movimientos de un ser animado, uno de los ejemplos que mejor grafican a este tipo de máquina son los robots. Gracias a un sistema electromecánico dirigido, el robot, puede realizar diferentes acciones por sí mismo, que claro, previamente le hayan programado en su memoria.

En el ámbito de la informática, asimismo, nos encontramos con una referencia para la palabra, dado que la misma refiere ya sea a un dispositivo o a la serie de disposiciones que proponen un enlazamiento automático y continuo de operaciones que permiten el procesamiento de una información de entrada, que al mismo tiempo generará una contraparte de salida.

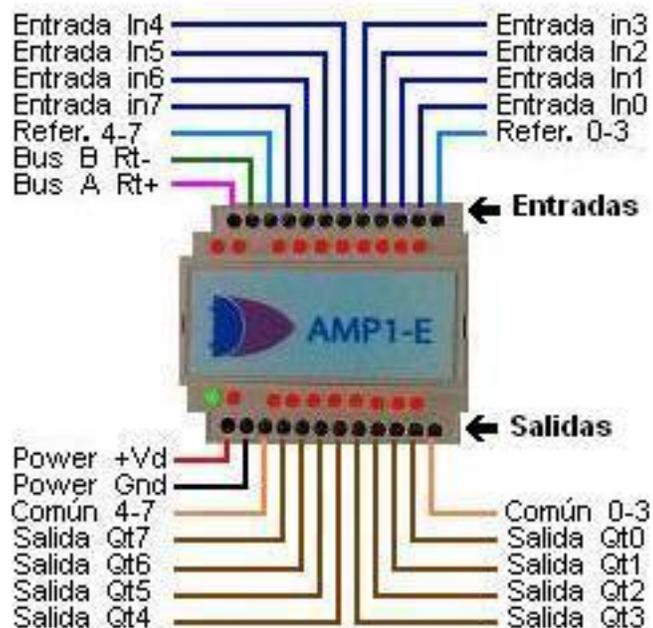


Figura 1. Diagrama del autómata

Fuente: extraído de http://tecvolucion.net/productos_Software.htm

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un

aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores,...) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas,...) por otra. (Definición abc, 2007-2016)

Con el uso del autómatas programable se pretende mejorar el proceso del control de calefacción ya que este dispositivo tiene la capacidad de ejecutar muchas funciones que se pueden programar a través de su software operativo y sacar un beneficio muy importante de dichas funciones haciendo que el proceso sea más eficiente buscando acercarnos más a un perfecto confort de los animales, como lo afirma el texto investigado anteriormente el autómatas ha sido diseñado con el fin de mejorar procesos industriales omitiendo en gran parte o casi en todo la intervención humana lo que nos permite llevar a cabo la idea por la cual estamos realizando este proyecto.

4.2 Display

La pantalla de cristal líquido o LCD (Liquid Crystal Display) es un dispositivo controlado de visualización gráfico para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos (en algunos modelos), es este caso dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada carácter dispone de una matriz de 5x7 puntos (píxeles), aunque los hay de otro número de filas y caracteres. Este dispositivo está gobernado internamente por un micro controlador y regula todos los parámetros de presentación, este modelo es el más comúnmente usado y esta información se basará en el manejo de este u otro LCD compatible



Figura 2. Pantalla o display lcd

Fuente: extraído de <http://tecnopatafisica.esy.es/tecno3eso/teoria/robotica/28-arduino-display-lcd>

4.2.1. Características principales. Las principales características del display lcd son:

- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres Kan ji y Griegos.
- Desplazamiento de los caracteres hacia la izquierda o la derecha.
- Proporciona la dirección de la posición absoluta o relativa del carácter.
- Memoria de 40 caracteres por línea de pantalla.
- Movimiento del cursor y cambio de su aspecto.
- Permite que el usuario pueda programar 8 caracteres.
- Conexión a un procesador usando un interfaz de 4 u 8.

4.2.2. Funcionamiento. Para comunicarse con la pantalla LCD podemos hacerlo por medio de sus terminales de entrada de dos maneras posibles, con bus de 4 bits o con bus de 8 bits.

Los pines de conexión de estos módulos incluyen un bus de datos de 8 bits, un pin de habilitación (E), un pin de selección que indica si lo que se está enviando por el bus es un dato o una instrucción (RS) y un pin que indica si se va a leer o escribir en el módulo (R/W).

Según la operación que se desee realizar en el módulo LCD, los pines de control E, RS#, RW# deben tener un estado determinado. Además debe tener en el bus de datos un código que indique un carácter para mostrar en la pantalla o una instrucción de control para el display. Los módulos LCD responden a un conjunto especial de instrucciones, estas deben ser enviadas por el micro controlador o sistema de control al display, según la operación que se requiera. (Tecnimikro, 2009-2016)

En este proyecto el display cumple la segunda función más importante ya que es el elemento que nos permite visualizar las acciones más relevantes que ejecuta el autómata y aquellas que requieran ser manipuladas por el personal operativo como lo son el estado en

que se encuentra la temperatura de los módulos y aquellas funciones que puedan ser modificadas manualmente es decir que no se requiera intervenir el software.

En el control que estamos rediseñando, el display será utilizado para visualizar la temperatura del módulo la cual será sensada por un LM35 que va servir también como referencia para el control de calor en las parideras.

Otra de las funciones que cumple el display es que nos permite observar las 24 parideras y el estado en que se encuentra cada una de ellas sea encendido o apagado.

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

Este proyecto es de tipo experimental ya que se basa en una larga etapa de mejoras e investigaciones.

5.2 Método

El proyecto se basa en un método de observación y análisis, ya que durante algún tiempo se ha venido analizando los cambios que ha tenido el sistema y se pretende encontrar una solución a las falencias que este tiene actualmente.

Como fase inicial se hace la construcción de un solo control en el cual se va observar si este contribuye con el mejoramiento del sistema de calefacción o no. Luego se hacen las pruebas necesarias antes de proceder al montaje general del nuevo diseño para el control de calefacción.

5.3. Instrumentos de recolección de información

5.3.1. Fuentes primarias. Observación directa y resultados estadísticos que la empresa obtiene en su ciclo de producción, donde se evidencia las variables que se ven afectadas por las fallas en el sistema de calefacción

5.3.2. Fuentes secundarias. Libros técnicos, catálogos y documentos en internet.

6. Resultados del proyecto

Para la empresa el uso de este sistema de calefacción le genera sobrecostos por lo que se daña muy a menudo, es decir, al hacer uso de un potenciómetro este hay que manipularlo muchas veces, lo que hace que esto se vuelva obsoleto y requiere ser reemplazado; al momento de entregar el voltaje no es preciso en el valor que se requiere, ya que presenta mucha oscilación y así no se tiene la certeza de que los animales todo el tiempo estén en condiciones óptimas. Con el rediseño del sistema de calefacción se busca reducir costos, ya que el ciclo de mantenimiento y reparación va ser más abierto, además se pretende que sea más eficiente al reducir la operación manual de este. Con la trascendencia del negocio de la porcicultura, día a día surgen nuevas necesidades en busca que la producción sea de mayores estándares de calidad, es a raíz de esta experiencia que se opta por hacer esta mejora al sistema de calefacción con el fin de que la empresa se mantenga en un nivel altamente competitivo y eficiente.

La sección de parideras en la empresa PIC Colombia S.A, es el núcleo fundamental en el proceso de nacimiento y crecimiento de los cerdos en sus primeros días de vida. Con estudios realizados y partiendo de unos resultados se demuestra que estos animales necesitan calor para acoplarse al medio ambiente.



Figura 3. Parideras con lámparas de aluminio

Fuente: extraído de diseño propio

En los inicios de esta empresa, el sistema de calor que se brindaba a los recién nacidos consistía en lámparas de aluminio con socket para bombillos de cien vatios (100 watt) cada uno, su cable de alimentación consistía en un dúplex dos por catorce (2x14) y enchufes aéreos de dieciséis amperios (16Amp). Por lo regular de cien (100) lámparas que había en los módulos, semanalmente se reparaban de cuarenta (40) a cincuenta (50) unidades, generando gastos y pérdida de tiempo.

El mejoramiento y ampliación de las instalaciones de la granja hace que se tenga la idea de cambiar este sistema por un dispositivo moderno y más preciso, para esa época aparece ROTECNA, una empresa española que ofrece equipos que están a la vanguardia en la producción porcina.

Se instalaron plaquetas térmicas de setenta y cinco vatios (75 watt) selladas y totalmente resistentes a la humedad, un control con veinticuatro (24) salidas, donde los operarios pueden prender y apagar las placas dependiendo de la necesidad. Estas plaquetas fueron instaladas de a dos en cada paridera, conectadas desde el control con cable encauchetado dos por dieciocho (2x18), canalizados a través de tubería conduit de una pulgada (1”) hacia cada paridera ya ubicada.



Figura 4. Parideras con placas térmicas

Fuente: extraído de diseño propio

A medida que cada cerda iniciaba su proceso de parto, el operario simplemente se dirigía al control y accionaba el switch que correspondía a cada paridera ofreciendo el calor necesario.

El cableado hacia las plaquetas fue instalado por debajo de las parideras y debido a la humedad que en esta parte se genera se fue deteriorando el cable generando pérdida en la conductividad del cable, recalentamiento y corto circuitos, dañando el fusible principal y dejando el módulo completo sin calefacción; esto incrementó la revisión constante, reparación de plaquetas y pistas de la tarjeta en mal estado.

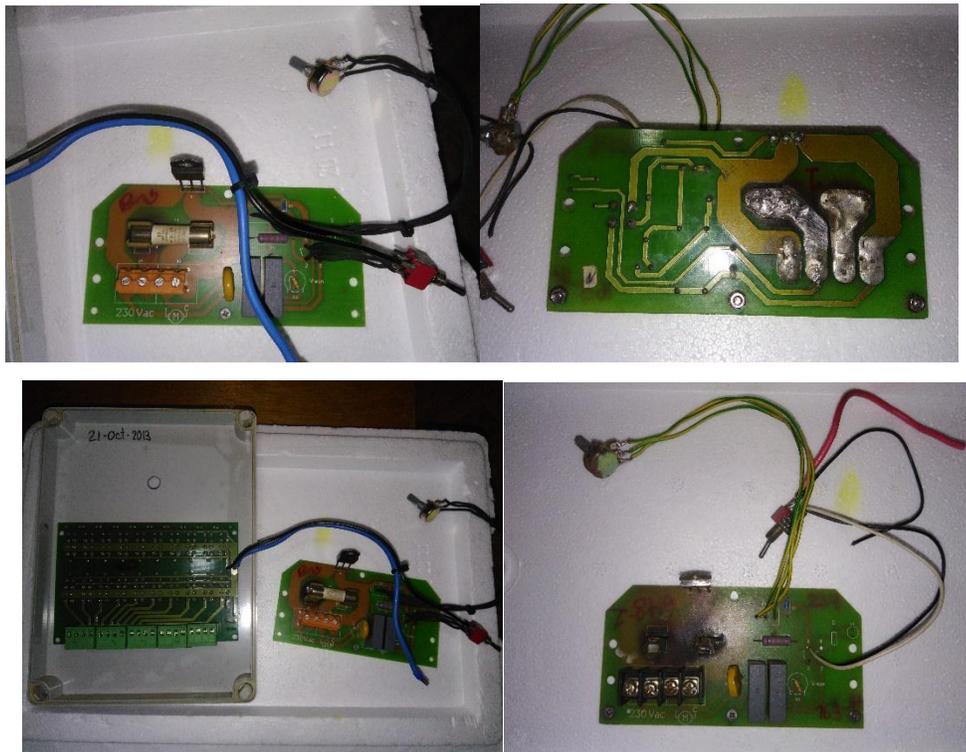


Figura 5. Controles con tarjetas en mal estado

Fuente: extraído de diseño propio

En las anteriores imágenes se puede evidenciar el deterioro en los controles a causa del recalentamiento y los constantes cortos que se presentan en las instalaciones, también se

puede observar que el control posee un solo fusible general, el cual en el momento que se quema deja todo el control sin energía.

Como este problema se presentaba constantemente, se decide instalar un control con veinticuatro (24) salidas y cada salida con un fusible de un amperio (1Amp). Mejoró con esto, el problema frecuente de dañar el control principal, pero no dio solución al problema de fondo.

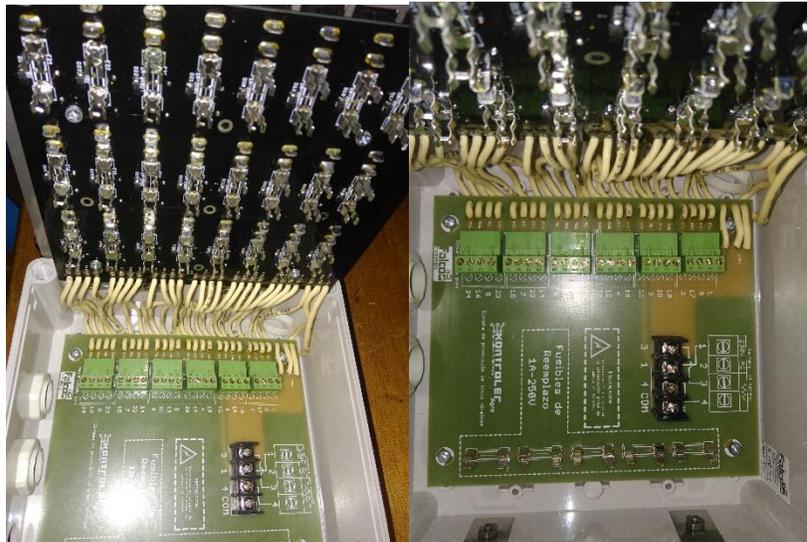


Figura 6. Control de 24 salidas con fusible independiente

Fuente: extraído de diseño propio

Las reparaciones de estas plaquetas, no aseguran su funcionamiento, por lo cual de veinte (20) placas reparadas, en quince (15) días se dañaban aproximadamente doce (12) y el costo de reparación de cada una es de ochenta mil pesos (\$80.000). Con los controles en funcionamiento, se toma la decisión de cambiar estas plaquetas por lámparas halógenas de ciento setenta y cinco vatios (175 watt) marca Phillips, todo el cableado se instala aéreo, cajas de empalmes cuatro por cuatro (4x4) ip 65 nuevas y enchufes industriales nuevos.

A pesar de todo este cambio, con conexiones y posibles soluciones, la calefacción no mejora; a menudo el control por los daños anteriores es deficiente en la entrega de la potencia requerida, ya con cualquier bajón de energía el sistema sufre y daña el

potenciómetro, que es el que regula la entrega de voltaje a las lámparas. Por todo lo anterior, se emprende la tarea de implementar un control que contenga un dispositivo programable y además, cuente con un display en el cual se pueda visualizar la temperatura en que se encuentra el módulo, también contará con un sistema donde los operarios podrán prender y apagar las lámparas sin necesidad de llegar hasta el lugar donde se encuentra el control principal utilizando un receptor RF con su respectivo control remoto.

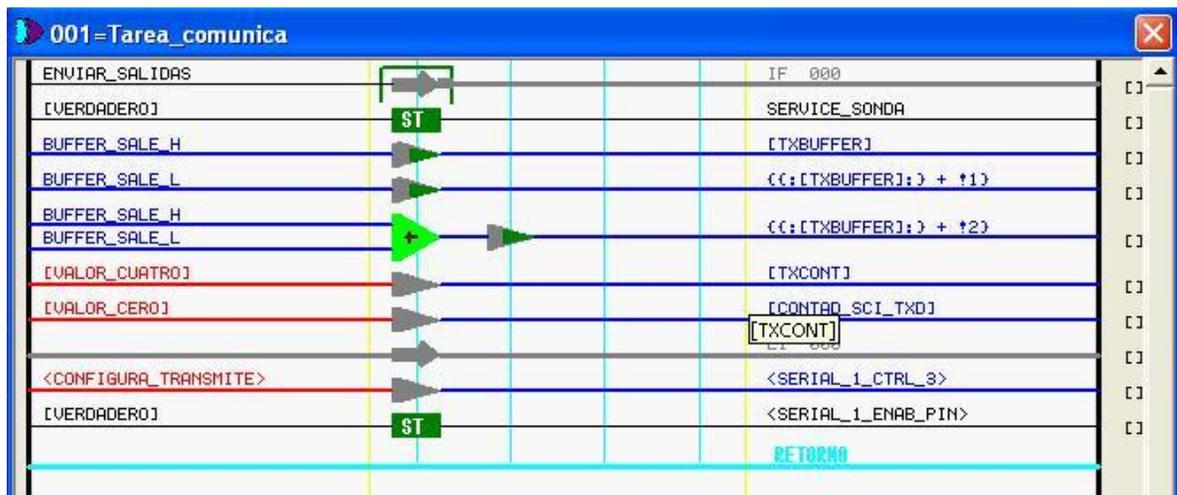


Figura 7. Enlace entre autómatas

Fuente: extraído de programación de software autómatas (profesor Carlos Moreno).

El enlace entre autómatas se hace necesario debido a que el control que se está implementando requiere de veinticuatro salidas, de las cuales un solo autómatas nos puede entregar solo ocho. Al hacer uso de dos autómatas el primero es en el cual se ingresa el programa y por ende este es el que nos manipula todas las acciones que haga el control, ambos se les debe conectar señal de voltaje pero solo al principal se van a conectar las demás señales externas como el sensor de temperatura, el display y los botones de mando manual.

El segundo autómatas debe ir conectado al primero, pero este no va realizar ninguna acción, en este caso sus entradas se han programado para funcionar también como salidas completando así el total de estas que se requiere.

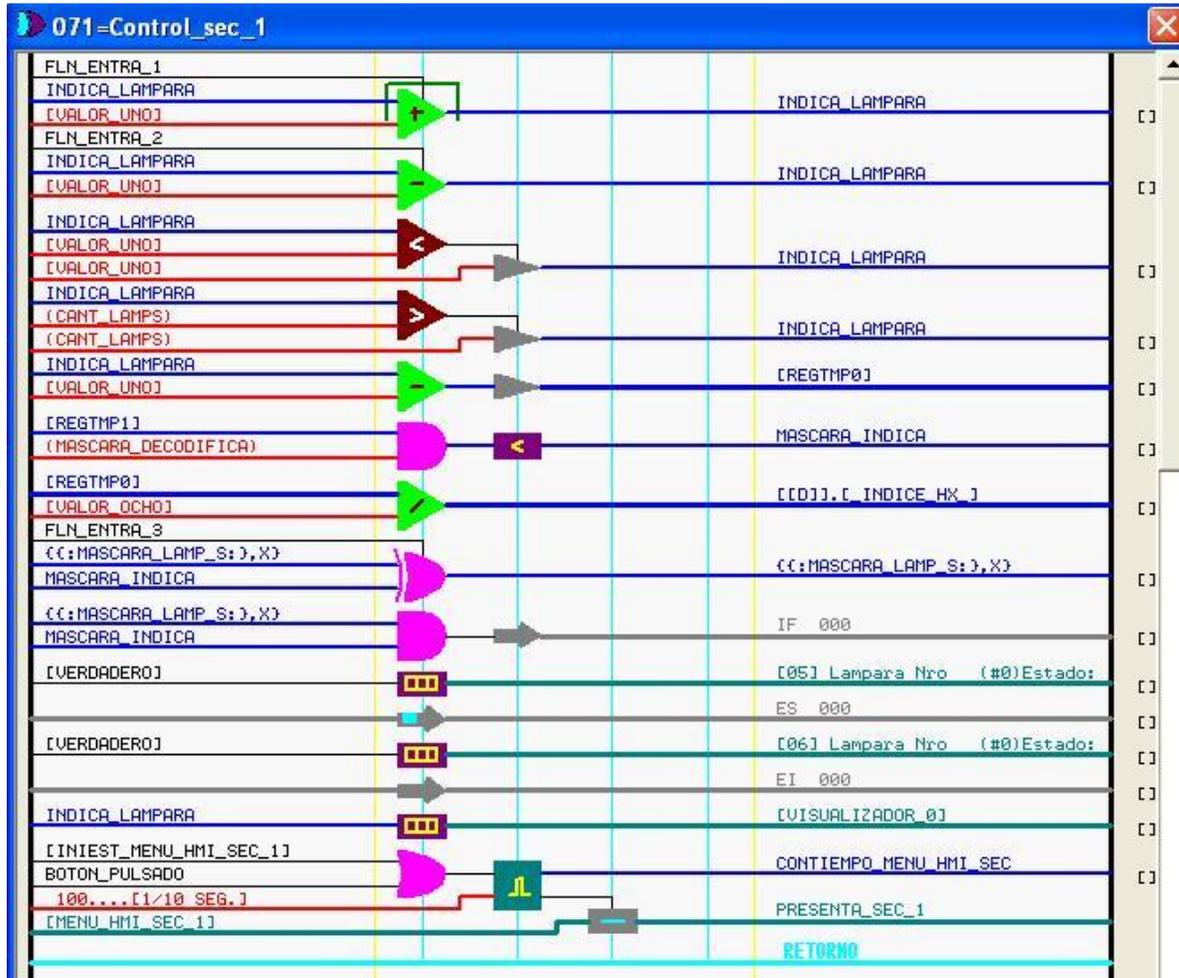


Figura 8. Dialogo para encender y apagar lámparas.

Fuente: extraído de programación de software autómatas (profesor Carlos Moreno).

En esta sección del programa encontramos el dialogo para encender y apagar las lámparas, esta es una de las partes más esenciales del programa donde nos indica en qué estado se encuentra las lámparas lo cual se puede visualizar en el display.

Por medio de los pulsadores nos podemos desplazar a través de las veinticuatro salidas y cambiar el estado de ellas según la necesidad del caso, esto nos permite ir encendiendo cada lámpara a medida que vayan iniciando los partos, contribuyendo así con el ahorro de energía.

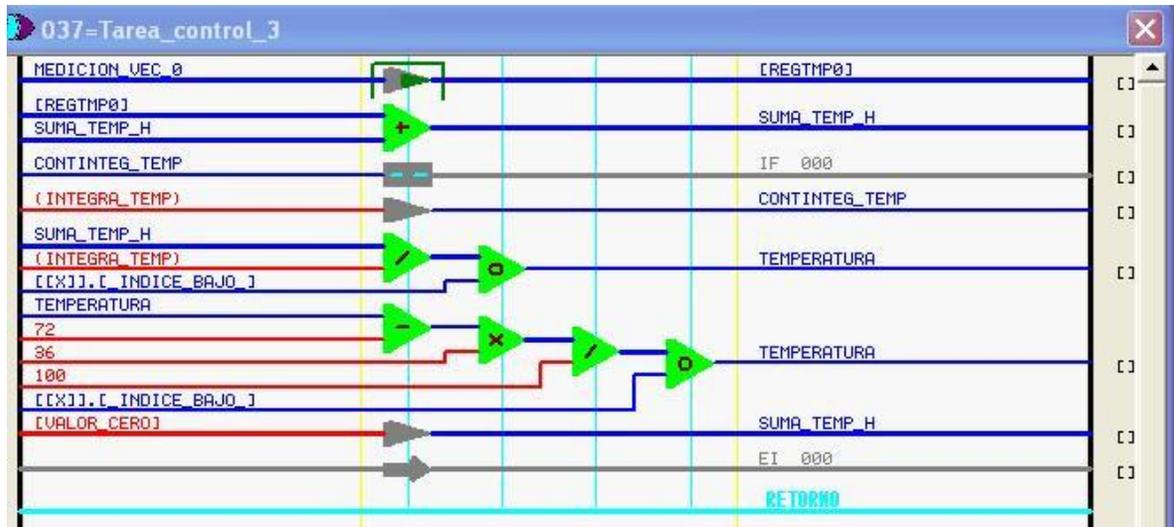


Figura 9. Medición de temperatura.

Fuente: extraído de programación de software autómeta (profesor Carlos Moreno).

Esta parte del programa también es demasiado importante ya que al sensor la temperatura del ambiente esta va ser la referencia para que las lámparas enciendan o se apaguen, con el control que la empresa viene utilizando hasta el momento los operarios deben estar pendientes de las variaciones del clima para decidir si las lámparas se encienden o se apagan, mientras que con el nuevo control esta parte va ser automática garantizando así que no se desperdicie energía y que los animales siempre se encuentren en perfectas condiciones de temperatura.

Diagrama de control de

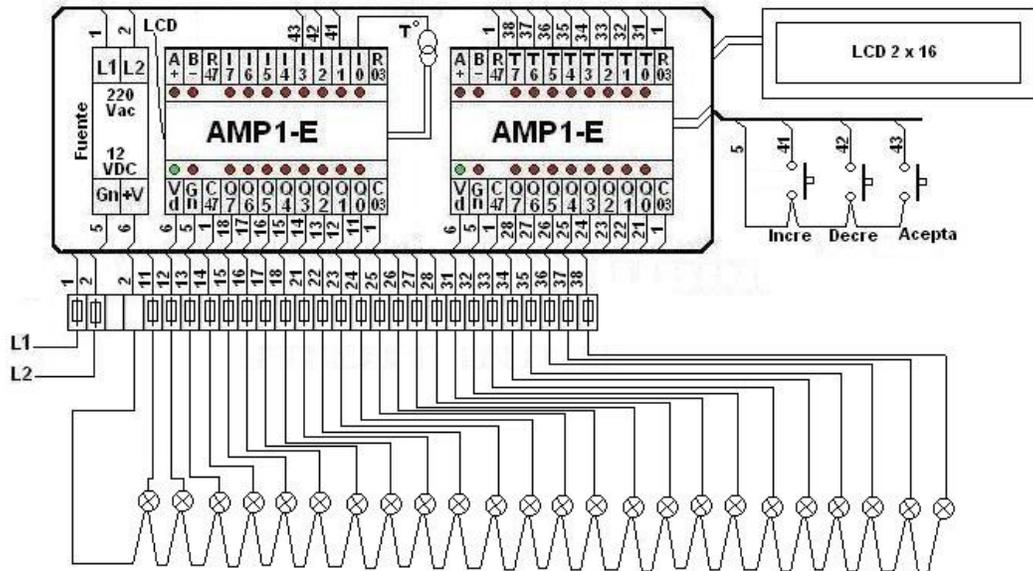


Figura 10. Diagrama de control de calefacción

Fuente: extraído de diseño propio

En este diagrama vamos a encontrar plasmado la parte final del nuevo control de calefacción, donde se pueden observar todos los componentes que hacen parte del mismo y la forma correcta como se debe ensamblar para dar así por terminado nuestro proyecto de grado.

7. Conclusiones

Con el rediseño de este control se mejoró un problema de manejo, pues se puede estar más pendiente de la temperatura del módulo, mejorando la eficacia en la operación de trabajo.

En recuperación de empalmes, se logró un mejor proceso en resultados de crecimiento y rentabilidad de los cerdos.

Se mejoró con este rediseño, el problema de recalentamientos y cortos que se presentaban a diario en el equipo que anteriormente funcionaba.

Se renovó el sistema de control de calefacción, dándole paso a nuevas tecnologías que solucionan muchos vacíos en la producción porcina.

Para PIC Colombia S.A. le es satisfactorio contar con resultados de producción que mejoran aún más sus estándares de calidad.

8. Recomendaciones

El sensor de temperatura LM35 es un sensor analógico sin compensación térmica susceptible a ruidos electromagnéticos en la señal, impreciso e inestable; a pesar que la lectura de temperatura es dada en decimales esto no garantiza alta precisión puesto que puede tener un margen de error de hasta un grado centígrado. Por lo anterior se recomienda hacer una mejora al sistema usando otro tipo de sensor como por ejemplo el DS18B20 que es un integrado que tiene un sensor de temperatura con auto compensación térmica integrada y comunicación digital en protocolo 1wire. Transportar la señal en analógico desde el sensor hasta el micro controlador la expone a interferencias e inestabilidades electromagnéticas (se contamina la señal, dando valores distintos a los reales), por eso el DS18B20 no tiene ese problema pues transporta la señal digitalmente con CRC.

Además de lo anterior también será muy importante adicionar a este sistema un sensor de humedad relativa que me garantice al cien por ciento el estado de confort de los animales, puesto que solo se está controlando el calor en las parideras. Al tener en cuenta la humedad relativa se puede garantizar que el sistema pueda funcionar en perfectas condiciones tanto en climas fríos como en climas cálidos.

9. Referencias bibliográficas

Definicion abc. (2007-2016). Recuperado el 15 de 10 de 2016, de Definicion de automata:

<http://www.definicionabc.com/general/automata.php>

Tecmikro. (2009-2016). *Programación de microcontroladores PIC en mikroC PRO*. Recuperado el 18 de 10 de 2016, de Display LCD 16x2 (2x16) con el HD44780 en mikroC PRO:

<http://www.programarpicenc.com/articulos/display-lcd-16x2-2x16-con-el-hd44780-en-mikroc-pro/>