

COMEDERO AUTOMATIZADO PARA POLLOS DE ENGORDE

MIGUEL ANGEL SARMIENTO DIAZ

1088309501

PIERRE IVAN VARGAS VELEZ

1088255894

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

FACULTAD DE TECNOLOGÍAS

ESCUELA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA

PEREIRA

2014

COMEDERO AUTOMATIZADO PARA POLLOS DE ENGORDE

MIGUEL ANGEL SARMIENTO DIAZ
PIERRE IVAN VARGAS VELEZ

Proyecto de grado
Para optar al título de
Tecnólogo Electricista

Director:
Edison Duque c.
Ingeniero Electrónico M. Sc.
Profesor en la Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia
Programa de Tecnología Eléctrica

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA ELÉCTRICA
PEREIRA
2014

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado de forma especial a mis padres (José Iván Vargas y Luz Norma Vélez), familiares y amigos quienes con su incondicional apoyo hicieron que yo creciera como persona con sus consejos y su colaboración lo cual fue una motivación para cumplir este logro tan importante en mi vida.

Igualmente a mis amigos y compañeros que me han acompañado a lo largo de la carrera y me han brindado toda su colaboración.

Pierre Iván Vargas Vélez

Este trabajo se lo dedico especialmente a mis padres Manuel Ignacio Sarmiento, Luz Estela Díaz, fuente de inspiración y motor de mi vida, a mi familia ya que gracias a ellos se me ha hecho posible alcanzar metas muy importantes en mi vida.

De igual manera a mis compañeros, ya que me han colaborado a lo largo de la carrera.

Miguel Ángel Sarmiento Díaz

AGRADECIMIENTOS

Se ha trabajado arduamente para lograr el objetivo, pasando por muchos obstáculos y tomando decisiones importantes durante la elaboración de este proyecto de grado. Estoy agradecido con mi compañero Miguel Sarmiento y mi director de proyecto de grado Edison Duque Cardona por haberme brindado tanta ayuda.

Agradezco a mis amigos y compañeros que me han acompañado a lo largo de la carrera y me han brindado todo su apoyo.

Pierre Iván Vargas Vélez

Primero que todo le doy gracias a dios por permitirme cumplir una gran meta en mi vida; a mis padres mi familia y mis jefes ya que gracias a sus consejos y apoyo pude culminar con éxito esta etapa en mi vida profesional.

Le agradezco también a Pierre Iván Vargas por todo su empeño al director de este proyecto por la orientación y las ayudas brindadas en su transcurso.

Miguel Ángel Sarmiento Díaz

CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN	13
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3. JUSTIFICACIÓN	15
4. OBJETIVOS	16
4.1 OBJETIVOS GENERALES.....	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5. MARCO REFERENCIAL	17
5.1 ANTECEDENTES.....	17
5.1.1 Control automático de un alimentador para aves de corral.....	17
5.1.2 Comederos Avicorvi	17
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	19
5.3 MARCO TEORICO	20
5.3.1 Alimentación	20
5.3.2 Programa de alimentación.....	20
5.3.3 Forma y calidad física del alimento.....	21
5.3.4 El alimento y el estrés por calor.....	22
5.3.5 Sistemas de comederos	23
6. METODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS, CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIANZA	25
6.1 METODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANALISIS	25
6.2 CRITERIOS DE VALIDEZ.....	25
6.3 CONFIABILIDAD.....	25
7 ESQUEMA TEMÁTICO	26
7.1 ASESORAMIENTO SOBRE LA MANERA DEL SUMINISTRO DE ALIMENTO ADECUADO.....	26

7.1.1	Asesoría zootecnista	26
7.1.2	Manual de pollos de engorde Ross	26
7.1.3	Recomendaciones	27
7.2	BUSQUEDA DEL SISTEMA QUE VA A DISTRIBUIR EL ALIMENTO.....	28
7.3	SISTEMA GENERAL	29
7.3.1	Modo de operación.....	29
7.3.2	Subsistemas empleados en el sistema global.....	31
7.3.2.1	Controlador y reloj en tiempo real.....	31
7.3.2.2	Controlador y celda de carga.....	32
7.3.2.3	Controlador y servomotor.....	33
7.3.2.4	Controlador y ajustes de parámetros grabada en memoria no volátil.....	33
7.3.3	Sistema digital.....	34
7.4	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	35
7.4.1	Pruebas por bloques	35
7.4.1.1	PIC16F877A y reloj en tiempo real.....	35
7.4.1.2	PIC16F877A y celda de carga	40
7.4.1.3	Celda de carga y AD620	42
7.4.1.4	Caracterización celda de carga	44
7.4.1.5	El filtro de promedio móvil	50
7.4.1.6	PIC16F877A y servomotor.....	51
7.4.1.7	PIC16F877A y ajustes de parámetros grabada en memoria interna.....	57
8.	PRUEBAS Y RESULTADOS	58
8.1	Sistema digital final para el prototipo.....	58
8.2	Estructura.....	71
8.2.1	Partes de la estructura.....	71
8.2.2	Parámetros de la estructura	73
8.3	Conclusiones y recomendaciones.....	74
9	BIBLIOGRAFIA	76
10	ANEXOS	78

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Relación de tensión – peso de la celda de carga.....	46
Tabla 2. Dimensiones y pesos de partes principales de la estructura	73
Tabla 3 Información técnica de la celda de carga.....	83

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Ilustración 1. Comedero manual Avicorvi.....	18
Ilustración 2. Comedero automático Avicorvi.....	18
Ilustración 3. Altura de los comederos.....	23
Ilustración 4. Comparación comedero manual y automático.....	28
Ilustración 5 Comparación comedero manual y automático (continuación).....	29
Ilustración 6. Alimentación de las aves en función del tiempo.....	30
Ilustración 7. Peso del alimento (g) vs tiempo (días).....	31
Ilustración 8. Diagrama de bloques configuración de reloj.....	32
Ilustración 9. Diagrama de bloques procesamiento de datos de pesos medidos. .	32
Ilustración 10. Diagrama de bloques servomotor.....	33
Ilustración 11. Diagrama de bloques modo de ajustes.....	34
Ilustración 12. Diagrama de pines PIC16F877A.....	35
Ilustración 13. Diagrama de pines reloj en tiempo real DS1307.....	36
Ilustración 14. Bus de datos serial de dos hilos del dispositivo DS1307.....	37
Ilustración 15. Protocolo <i>I2C</i> empleado en el sistema.....	37
Ilustración 16. Modo esclavo receptor (modo de escritura).....	38
Ilustración 17. Modo esclavo transmisor (modo lectura).....	39
Ilustración 18. Simulación en proteus del bloque del sistema para el RTC DS1307 con el PIC16f877.....	39
Ilustración 19. Montaje físico del bloque del sistema D21307, PIC16F877A Y LCD 2*16.....	40
Ilustración 20. Celda de carga.....	41
Ilustración 21 Conexión de la celda de carga de 5k.....	41
Ilustración 22. Amplificador de instrumentación AD620.....	42
Ilustración 23. Esquema general de conexión del amplificador de instrumentacion.....	42
Ilustración 24. Verificación de peso, para los pesos utilizados en la caracterización.....	45
Ilustración 25. Total Pesos utilizados en la caracterización.....	45
Ilustración 26. Montaje físico para la caracterización de la celda de carga.....	46
Ilustración 27. Aproximación de tensión – Peso de la celda de carga.....	47
Ilustración 28. Simulación en Proteus del bloque del sistema para la celda de carga, LCD 2*16 y el PIC16f877A (conversión peso muerto).....	49
Ilustración 29. Simulación en proteus del bloque del sistema para la celda de carga, LCD 2*16 y el PIC16f877A (conversión a full escala).....	49

Ilustración 30. Montaje físico del bloque del sistema para la celda de carga, LCD 2*16 y el PIC16F877A.	50
Ilustración 31. Servo motor SG-5010.....	52
Ilustración 32. Simulación en proteus del bloque del sistema para el Servomotor ubicado en 0° con el PIC16F877A (carga apagada).....	53
Ilustración 33. Señal de salida (PWM) vista con el osciloscopio digital servomotor ubicado en 0°.....	54
Ilustración 34. Simulación del bloque del sistema para el servomotor posicionado en 90° con el PIC16f877A (Carga apagada).....	54
Ilustración 35. Señal de salida (PWM) vista con el osciloscopio digital servomotor ubicado en 90°.....	55
Ilustración 36. Simulación del bloque del sistema para el servomotor posicionado en 90° con el PIC16f877A. (Carga encendida).....	55
Ilustración 37. Señal de salida sin (PWM) vista con el osciloscopio digital servomotor ubicado en 90.	56
Ilustración 38. Montaje físico del bloque del sistema para el servomotor y el PIC16F877A.	56
Ilustración 39. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al control de posición del servomotor.....	57
Ilustración 40. Diagrama de flujo de la lógica aplicada a la prueba de ración ajustable.	58
Ilustración 41. Diagrama de flujo de la lógica aplicada a la prueba de ración ajustable. (Continuación)	59
Ilustración 42. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al modo de configurar reloj del sistema general.....	60
Ilustración 43. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al modo de ajustes de el sistema general.....	61
Ilustración 44. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al sistema global.....	62
Ilustración 45. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al sistema global. (Continuación).....	62
Ilustración 46. Simulación del sistema general en modo de operación normal (antes de la ración)	63
Ilustración 47. Simulación del sistema general en modo de configurar reloj.....	64
Ilustración 48 Simulación del sistema general en modo ajustes (hora ración 1)....	65
Ilustración 49. Simulación del sistema general en modo ajustes (minutos ración 1).	65
Ilustración 50. Simulación del sistema general en modo ajustes (peso de ración1).	66
Ilustración 51. Simulación del sistema general en condición de ración. (Servo en 90°)	66
Ilustración 52. Simulación del sistema general en condición de ración (servo en 90°).	67
Ilustración 53. Simulación del sistema general en modo de operación normal (después de la ración, servo en 0°).	68
Ilustración 54. Simulación del sistema general con ausencia de tensión.....	69

Ilustración 55. Simulación del sistema general después de la falla de tensión.....	70
Ilustración 56. Simulación del sistema general después de la falla de tensión (verificación de datos almacenados en memoria no volátil).....	71
Ilustración 57. Estructura física del prototipo del comedero para aves de engorde.....	72
Ilustración 58. Sistema de control físico del prototipo del comedero para aves de engorde.....	73
Ilustración 59 Características generales del servomotor sg5010.....	84

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Información Zootecnista.....	78
Anexo 2 Rendimiento mixto en Aves de engorde Ross	79
Anexo 3 Rendimiento mixto en Aves de engorde Ross (continuación).....	80
Anexo 4 Información técnica PIC16F877A	81
Anexo 5 características del reloj en tiempo real DS1307.....	82
Anexo 6 Información técnica de la celda de carga de 5k.....	83
Anexo 7 Características técnicas del amplificador de instrumentación AD620.....	84
Anexo 8 Características generales del servomotor sg5010.....	84

1. INTRODUCCIÓN

En el día a día de la industria avícola y en su necesidad por mejorar en todos los aspectos y con el ánimo de ser mucho más competitiva con respecto a las demás empresas dedicadas a esos mismos fines, es importante atacar todos los aspectos como lo son iluminación, calefacción, ventilación, alimentación, la forma como se les suministra agua, entre otros que son vitales para que la industria avícola en general y sobre todo individualmente pueda sobresalir entre su competencia.

La forma más efectiva de analizar estos puntos es utilizando la tecnología que está al alcance de las manos y acompañado de una forma de operación ideal recomendada por especialistas en el campo a tratar.

Para este proyecto decidimos profundizar en uno de los puntos más importantes de los nombrados ya que es la principal fuente de energía, además, por la que más se preocupan los encargados de esta industria, es la alimentación y la forma en cómo se debe de suministrar, para garantizar que el negocio sea más rentable.

También se debe tener en cuenta las limitaciones que existen en cuanto a la rentabilidad de la comercialización de este tipo de dispositivos ya que no son muchos los campesinos o las personas interesadas en pagar altos costos, también se debe tener en cuenta que hay dispositivos mecánicos de muy bajos costos diseñados para que de alguna forma ayuden al usuario en el suministro del alimento.

Para este proyecto se optó por realizar un prototipo que permitiera el primer acercamiento en este campo para conocer e identificar sus fallas e intentar aportar una solución, aplicando el conocimiento en electrónica, instrumentación, programación y demás fundamentos adquiridos todos muy importantes para la materialización de este prototipo.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La correcta alimentación de las aves es vital para su crecimiento, fortalecimiento y desarrollo, a su vez garantiza que el pollo esté en óptimo estado para cuando llegue el momento de sacar el lote al comercio.

En la industria avícola, la alimentación del pollo se desarrolla por medio de una serie de sistemas y dispositivos eléctricos y mecánicos creados con el mismo fin, optimizar el proceso de alimentación; pero éstos no ayudan a garantizar en gran parte que el proceso no sea lo más ideal y al contrario presentan algunos problemas.

Entre los dispositivos más utilizados, está el automático que posee un canal y un tornillo sin fin que al girar lleva el alimento de un extremo al otro, el movimiento es producido por un motor, el alimento es transportado hasta los comederos. También la alimentación se puede hacer mediante distribución manual realizada por un operario, por esto se ve obligado a transitar entre los pollos, arriesgando así la integridad de estos, generando más dependencia del empleado para poder cumplir con el debido programa de alimentación.

El sistema de alimentación automático por medio del conducto acanalado aunque evita el riesgo de que el operario transite alrededor de los pollos, se ve afectado por qué se debe repartir el alimento por tandas para que a todos les pueda tocar concentrado en forma de *pelet* (similar al grano); En el tornillo sin fin este se tritura en el recorrido y a veces llega en polvo al destino final. La alimentación de los pollos se ve afectada si el *pelet* no tiene una forma óptima, al alimentarse de alimento en polvo exige mayor desgaste para el animal y esto genera estrés relacionado por calor, además de problemas ambientales. (Manual De Pollo De Engorde Ross, 2009)

Para brindar una mejor solución se le debe otorgar la tarea a un sistema digital que acompañada de un buen diseño en su estructura logren mejorar puntos claves en el diseño del prototipo con el fin de que el comportamiento y la forma en que se suministre el alimento a las aves sea mucho más cercana a la deseada y recomendada por el zootecnista.

Este prototipo tiene como objetivo ofrecer a un usuario algo diferente de lo que normalmente le ofrecerían con otras opciones, pero con el propósito de que sea el dispositivo que sin duda ayudará a la industria, se debe tener en cuenta la optimización de su valor final pero eso esto se logrará haciendo el análisis con la evaluación del prototipo que se desea diseñar para el proyecto.

3. JUSTIFICACIÓN

Un sistema de alimentación adecuado y preciso permite que la evolución del pollo sea la indicada, esto debido a que a medida que estos crecen solicitan más alimento, por lo cual se debe cambiar la porción ofrecida y se debe garantizar que todos los animales reciban lo que necesitan.

Se busca con el proyecto diseñar un sistema que permita garantizar que se distribuya el alimento de manera uniforme y que sea suficiente para que se saque el mayor provecho en el desarrollo de los pollos, esta distribución busca que sea en la cantidad y en los instantes indicados por el zootecnista, iniciando a partir del día diez de vida del pollo que es el momento en el cual estos llegan al galpón, hasta el día en que finaliza el proceso de crianza.

La realización de este proyecto permite hacer a una solución práctica y de bajo costo para que los avicultores de mediano y pequeño tamaño tengan la posibilidad de implementar mejoras técnicas en sus procesos de producción

Es interesante desarrollar soluciones adecuadas para innovar en los procesos de control, automatización e instrumentación. Además en el diseño y construcción de sistemas de control digital para aplicaciones en general, en ellos se exploran nuevos dispositivos, que permiten tener una gran posibilidad de soluciones en otros campos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GENERALES

Diseñar un prototipo a baja escala, de un sistema de alimentación para pollos de engorde ajustable con respecto al tiempo y a la cantidad de alimento deseada por el usuario, que permita entregar el alimento a las aves de manera eficiente, controlado por medio de un sistema digital.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar y definir con un zootecnista una manera adecuada de entregar el alimento a los pollos de forma tal que se obtenga el mejor provecho en el proceso de engorde del lote pollos.
- Seleccionar el montaje adecuado que permita llevar el alimento desde una mini tolva hacia los comederos usando la gravedad como ayuda en el proceso de dosificación de alimento.
- Seleccionar el sistema digital apropiado, que me permita suplir las necesidades de un proceso de la avicultura.
- Diseñar un prototipo a pequeña escala del comedero automatizado, que sea ajustable por medio de una interfaz con el usuario.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 ANTECEDENTES

5.1.1 Control automático de un alimentador para aves de corral

Se controló el flujo de alimento y el peso contenido en un recipiente, para lo cual implementaron tensiones de referencia base (tensión de referencia del peso, tensión de referencia del flujo y tensión de error a la salida de su sistema) para esto utilizaron una compuerta de salida y se usó una tolva a donde llega el alimento, un sistema de compuerta de desfogue que simula que los animales consumieron el alimento, la tensión de referencia de error se vuelve negativa para hacer la inversión de giro del servomotor

Para el control automático utilizaron 2 controladores, uno para el peso y uno para el flujo de alimento, luego se aplicó una lógica para controlar al servomotor, las retroalimentaciones son para el peso, y una romana con potenciómetro lineal que simula una galga extensiométrica. (Andres Orellana, 2007)

5.1.2 Comederos Avicorvi

El señor Edgar Orozco Osorio fundador de la empresa AVICORVI S.A.S basado en las necesidades que le producía su galpón diseño unos bebederos de nipple que evitan el desperdicio del agua y mejora la salubridad en el galpón, también hizo el diseño de comederos manuales como se muestra en la ilustración 1 y automáticos como se muestra en la figura 2 para poder suministrar alimento a las aves de engorde.

Ilustración 1. Comedero manual Avicorvi.



Diseñado especialmente para atender granjas pequeñas, sin desperdicio de alimento, ocupando poco espacio, construidos en plástico original, con platón con rejillas que impiden que las aves puedan desperdiciar el alimento.

Ilustración 2. Comedero automático Avicorvi.



Sistema automático de suministro de alimento con circuito cerrado, de dos líneas, atendido por un motor de corriente Alterna. (Osorio, 1999)

5.2 MARCO CONCEPTUAL

AUTÓMATA: Sistema artificial que se comporta de determinadas maneras relacionando comandos de entrada con estados del sistema, con el fin de obtener las salidas necesarias para solucionar tareas. (F. Ebel, 2011)

INSTRUMENTACION: Trata de las técnicas, los recursos, y métodos relacionados con la concepción de dispositivos para mejorar o aumentar la eficacia de los mecanismos de percepción y comunicación del hombre. (Avendaño., 2006).

LOTE: Un lote es un conjunto de productos, cuyo tamaño, tipo, características y fecha de producción son idénticos. En este caso se llama lote a un número determinado de pollos que tienen la misma fecha de nacimiento.

NIPPLE: Es un bebedero para aves, que entrega a las aves más agua que los demás, sin desperdicio ni goteo. Sirve para reproductoras pesadas, pollos de engorde, pollas de levante, codornices. (Osorio, 1999)

PELET: Es una denominación que se refiere a pequeñas porciones de material aglomerado o altamente densificados mediante procesos de compresión. Este material puede ser de alimento, plástico y hasta madera. Para la industria del alimento este proceso busca transformar las materias primas alimenticias en forma de harina en productos compactados para producir alimentos más balanceados, con un poder energético más alto y con mayor eficiencia productiva.

SERVOMOTOR: Es un motor eléctrico que cuenta con la capacidad de ser controlado, tanto en velocidad como en posición.

SISTEMA DIGITAL: Se caracteriza por utilizar señales discretas, es decir, señales que toman un número finito de valores en cierto intervalo de tiempo. (McGraw-hill, 2008)

ROSS: Es la raza de aves para engorde preferencial en la industria avícola por su gran rendimiento en general.

MEMORIA NO VOLATIL: Es un tipo de memoria que no necesita energía para perdurar algunos dispositivos listados en esta categoría son Disco duro EPROM,EEPROM.

SEÑAL PWM: modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica.

5.3 MARCO TEORICO

5.3.1 Alimentación

El alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de engorde. Con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales.

5.3.2 Programa de alimentación

La opción del programa de alimentación dependerá de los objetivos del negocio; por ejemplo si el enfoque es elevar al máximo la rentabilidad de las aves vivas o bien obtener un óptimo rendimiento de los componentes de la canal.

- Raciones de iniciación

El objetivo del periodo de crianza (de 0 a 10 días de edad) es establecer un buen apetito y, un máximo crecimiento temprano, con el objeto de llegar al objetivo de peso corporal del pollo Ross a los 7 días; se recomienda administrar el alimento iniciador durante 10 días dado que el iniciador representa solo una pequeña porción del costo total del alimento, las decisiones de su formulación se deberán basar principalmente en el rendimiento y la rentabilidad, y no solamente en el costo de la dieta.

- Raciones de crecimiento

El alimento de crecimiento generalmente se administra durante 14 a 26 días, después del iniciador; la transición entre ambas raciones implica un cambio en la textura de migajas o minipelets a pelets. Dependiendo del tamaño del pelet producido, tal vez sea necesario que la primera entrega de la ración de crecimiento venga en forma de migajas o minipelets.

- Raciones de finalización:

El finalizador representa el mayor volumen y el mayor costo de la alimentación de pollo, con lo que es importante diseñar estas dietas para elevar al máximo el retorno financiero con respecto al tipo de productos que se desea obtener. Los alimentos de finalización se deben administrar de los 25 días de edad hasta el procesamiento. En el caso de las aves que se sacrifiquen después de los 42 o 43 días, puede necesitar especificaciones diferentes para un segundo alimento finalizador de los 42 días en adelante.

El uso de uno o más alimentos finalizadores depende de:

- El peso deseado al sacrificio
- La duración del periodo de producción
- El diseño del programa de alimentación

5.3.3 Forma y calidad física del alimento

Por lo general se obtiene mejor crecimiento y eficiencia alimenticia cuando al iniciador se da en migajas y minipelets mientras las raciones de crecimiento y finalización se elaboran en forma de pelets. Dependiendo del tamaño del pelet, tal vez sea necesario que el primer cargamento de la ración de crecimiento sea en migajas o minipelets. Si las migajas o pelets son de mala calidad se reducirá el consumo y el rendimiento por lo que en la granja se deberá prestar atención al manejo del alimento para evitar que se desbarate.

Es preferible que los alimentos vengan en forma de migaja de buena calidad, más que en harina; Sin embargo, si se opta por la harina, las partículas de esta deberán ser suficientemente gruesas y de tamaño uniforme. Los alimentos en harina se pueden mejorar si se incluye alguna forma de grasa en la formulación para reducir el polvo y mejorar si se incluye alguna forma de grasa en la formulación para reducir el polvo y mejorar la homogeneidad de los componentes de la dieta.

Puntos clave:

- Si la calidad física del alimento es deficiente, tendrá un efecto negativo sobre el alimento del pollo
- Utilizar alimentos en migaja y pelet de buena calidad para obtener un rendimiento óptimo
- Si el alimento esta en forma de harina, asegurar que las partículas sean de tamaño grande y uniforme.

5.3.4 El alimento y el estrés por calor

Los niveles y el balance correcto de nutrientes, junto con el uso de ingredientes alimenticios altamente digestibles, ayudaran a minimizar el efecto de estrés por calor. La práctica de proporcionar migajas o pelets con la textura optima minimizara la energía que los pollos gastan en comer, y por ende, reducirá el calor generado durante la alimentación. La forma óptima del alimento también mejorara su nivel de aceptación y permitirá que ocurra un consumo de alimento compensatorio durante los periodos más frescos.

Puntos Clave:

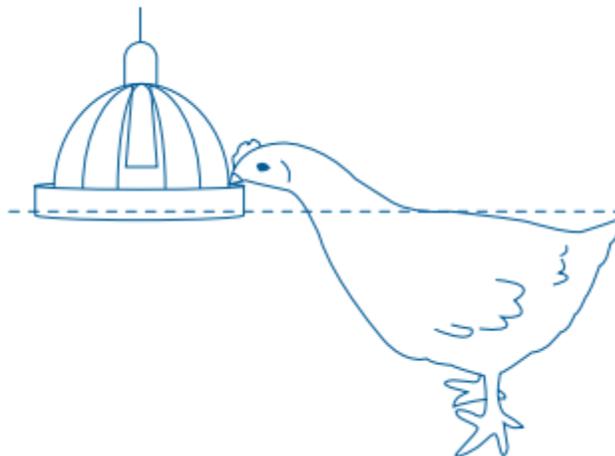
- La forma óptima del alimento minimizara el estrés por calor y permite el consumo compensatorio de alimento.
- Asegurar de la disponibilidad de alimento para las aves durante las horas más frescas del día.

5.3.5 Sistemas de comederos

El alimento que se proporcione durante los primeros 10 días debe estar en forma de migajas cernidas o minipelets. La ración se debe colocar en bandejas planas o en hojas de papel para que esté accesible fácilmente a los pollos. Cuanto menos el 25% del piso deberá estar cubierto de papel. El cambio al sistema principal de comederos se deberá realizar gradualmente durante los primeros 2 a 3 días, conforme las aves muestren interés por el sistema.

Cuando no se ajusta correctamente la altura del comedero puede aumentar el desperdicio. Si esto ocurre, los cálculos de conversión alimenticia serán inexactos y cuando las aves consumen el alimento derramado, probablemente aumente el riesgo de contaminación bacteriana, la altura a la que se debe ajustar el comedero debe corresponder a la altura promedio de las aves como se observa en la ilustración 3.

Ilustración 3. Altura de los comederos.



Si los sistemas son de platos o tubulares será necesario hacer ajustes en cada comedero individual.

Si se rellenan de manera automática los comederos de plato o tubulares tienen la ventaja de que se rellenan simultáneamente por lo que las aves tienen disponibilidad de alimento en forma inmediata. Sin embargo, si se utilizan comederos de cadena la distribución del alimento tarda más tiempo y no toda las

aves tiene acceso a él inmediatamente. La distribución dispereja del alimento puede reducir el rendimiento e incrementar el daño por rasguños resultante de la competencia en los comederos.

(AVIAGEN, 2009)

6. METODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS, CRITERIOS DE VALIDEZ Y CONFIANZA

6.1 METODO O ESTRUCTURA DE LA UNIDAD DE ANALISIS

Con la información que se obtenga por medio de un zootecnista, con respecto a cómo debe ser el suministro de alimento para las aves de engorde; Se van a definir las condiciones que debe cumplir el sistema, para cumplir con las necesidades del programa de alimentación, y analizar los posibles métodos que puedan solucionar el problema.

6.2 CRITERIOS DE VALIDEZ

- Se realizará una investigación, en base a la información obtenida se van a analizar los posibles sistemas que pueden solucionar el problema.
- Se va a analizar cuál puede ser el sistema más adecuado, desde el punto de vista económico y eficiente.
- Aplicación de la teoría de instrumentación para la adecuación de los sensores que se usen en el prototipo del comedero automático para poder cumplir con la lógica del sistema. (Avendaño., 2006).

6.3 CONFIABILIDAD

Ya que el diseño del prototipo de comedero automatizado para pollos se realiza basándonos con las recomendaciones del zootecnista, dará un alto índice de confiabilidad al prototipo ya que se garantizará un resultado adecuado para cumplir con el programa de alimentación, además de las simulaciones que se realizaran al sistema digital por medio de software que nos permita poder simular y visualizar su el funcionamiento de su lógica, además realizar pruebas por bloques de los dispositivos asociados al sistema digital del prototipo.

7 ESQUEMA TEMÁTICO

7.1 ASESORAMIENTO SOBRE LA MANERA DEL SUMINISTRO DE ALIMENTO ADECUADO

En la búsqueda de la solución a la problemática planteada que se presenta en la manera de suministrar el alimento en la industria avícola encontramos unas bases para plantear una manera de operación la cual mejore y optimice el proceso de alimentación.

7.1.1 Asesoría zootecnista

Para poder plantear un modo de operación desde la parte práctica en la alimentación de las aves y al control de este.

Se consultó a un zootecnista calificado que se ha desempeñado en este campo algunos años se puede observar más información en el anexo 1, el cual nos expresó las falencias que existen en los dispositivos que se ofrecen en el mercado y el control en cuanto a cantidad de producto y calidad para consumir recomendadas.

También se presentaron inconvenientes por parte de las personas encargadas de abastecer de alimento los comederos, porque les toca llevarla transitando muy cerca de los pollos, hasta el punto de a veces por accidente lastimarlos.

Indicó cuales son los comederos y las formas de alimentar más comunes, además para que profundizáramos un poco más el tema indicó consultar el Manual de pollo de engorde Ross documento diseñado especialmente para un óptimo proceso de engorde.

7.1.2 Manual de pollos de engorde Ross

Este documento es utilizado para guiarse en la industria de la producción de engorde de pollos ya que trata los puntos fundamentales para poder tener un buen rendimiento a un costo adecuado y el fin de no llegar a tener pérdidas por las diferentes variables por las que son afectados.

Este documento es quien guiara también para hacer el análisis y obtener un comportamiento que le pueda brindar cosas muy buenas al sistema de producción de pollos. (AVIAGEN, 2009)

7.1.3 Recomendaciones

En el análisis del comportamiento de las aves y su forma de alimentarse, en la asesoría con el zootecnista se recomendó:

- Las dosificaciones de alimentación en el trayecto del día sean 2 veces, la primera temprano en la mañana y la otra a las 4 p.m. aproximadamente.

Las dosificaciones deben realizarse con el fin de que los animales no se coman todo de una sola vez si no que en la tarde noche cuando se disponga a dormir ellos deben de estar algo llenos y con el comedero vacío para garantizar un buen proceso de alimentación.

- Para garantizar que el pollo no desperdicie el alimento es recomendable ajustar la altura del comedero a medida que el pollo vaya creciendo.
- La entrega de dosis de alimento se recomienda hacerlas con la luz apagada, con el fin de que las aves no se agredan unas a las otras en su ansiedad al sentir el alimento cerca.
- Es importante garantizar que el pelet llegue en su mejor condición hacia su destino final porque al suministrar el alimento en polvo se verán obligadas a hacer un poco más de esfuerzo lo que conlleva elevar su temperatura corporal esto genera estrés relacionado por calor. (AVIAGEN, 2009)

7.2 BUSQUEDA DEL SISTEMA QUE VA A DISTRIBUIR EL ALIMENTO

Para seleccionar la mejor forma y así garantizar un buen funcionamiento del prototipo se observó y analizó los elementos que se ofrecen en el mercado actualmente, y lo que es más utilizado.

Los sistemas de comederos manuales en la actualidad funcionan utilizando el principio de la gravedad, el alimento se almacena en una tolva y a medida que los pollos se van alimentando el alimento almacenado en la tolva va cayendo al comedero manteniéndose abastecido, en la ilustración 4 se muestra una tabla de comparación de los tipos comederos más usados.

La idea es establecer un sistema innovador en comparación con los comederos manuales y automáticos de la actualidad, de manera que el alimento se pueda conservar almacenado en una mini tolva durante unos cuantos días.

El sistema va ser automatizado y va funcionar con respecto al tiempo (hora y día de lote) definiendo un número de raciones por día.

El objetivo del sistema es que cumpla con las exigencias en el momento de la alimentación, exigencias que estas aves deben tener en cuanto a horario y cantidad de alimento para que haya un óptimo proceso de engorde y no hallan pérdidas económicas

Ilustración 4. Comparación comedero manual y automático

	COMEDERO MANUAL	COMEDERO AUTOMATICO
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none">• Económico.• Permanentement e comida en el comedero.• Fácil uso.	<ul style="list-style-type: none">• No depende de una persona que suministre el alimento directamente en el comedero, simplemente accionar el mecanismo asociado al motor• Fácil uso.

Ilustración 5 Comparación comedero manual y automático (continuación)

	COMEDERO MANUAL	COMEDERO AUTOMATICO
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> • No hay control de horarios en las raciones. • No hay control de cantidad de alimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es uniforme el alimento en los comederos • Trituración de alimento por tornillo. • Tiempo de dosificación será menor en los más cercanos y mayor en los últimos. • Es probable que al pasar por el tornillo sin fin se pulverice el alimento después de recorrer toda su longitud • No hay control de horarios en las raciones. • No hay control de cantidad de alimento.

7.3 SISTEMA GENERAL

Para seleccionar adecuadamente el sistema digital se tiene en cuenta aspectos vitales los cuales son determinantes, como los dispositivos que se necesitan tanto de entrada como de salida para lograr hacer un buen sistema de control en el prototipo, estos al igual que el modo de operación más conveniente.

7.3.1 Modo de operación.

El modo de operación que se le designó al sistema fue basado en criterio que emplean en los galpones donde se maneja una variable principal que es el sexo predominante en los lotes de engorde de esto depende la proyección de alimento que se espera sea consumido por las aves.

Se presentan 3 tipos de rendimientos de alimento los cuales nos permiten tener una proyección del alimento dependiendo de la edad del ave.

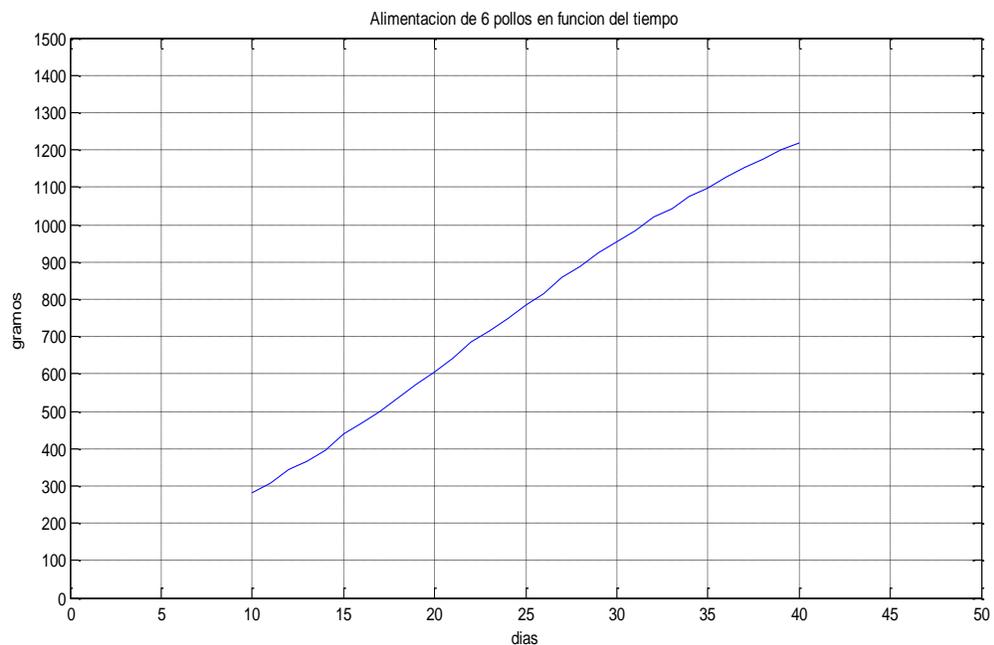
- Rendimiento hembra
- Rendimiento macho
- Rendimiento mixto

Cuando se tiene un lote de aves hembra, se debe tener en cuenta que el consumo será mayor, el de machos será un poco menor y el del mixto será un promedio, este último el más utilizado en la industria, y es el seleccionado para el prototipo; Gracias a la tabla con los datos de rendimiento mixto en el anexo 2 y 3 se pudo determinar el consumo de alimento aproximado de las aves, en el transcurso del engorde del lote de aves Ross.

Se hizo el análisis al registro presentado en el manual de pollos de engorde en el cual se indica la cantidad de alimento que consume un pollo durante su vida de manera gráfica y analítica para hallar la aproximación lineal mediante software.

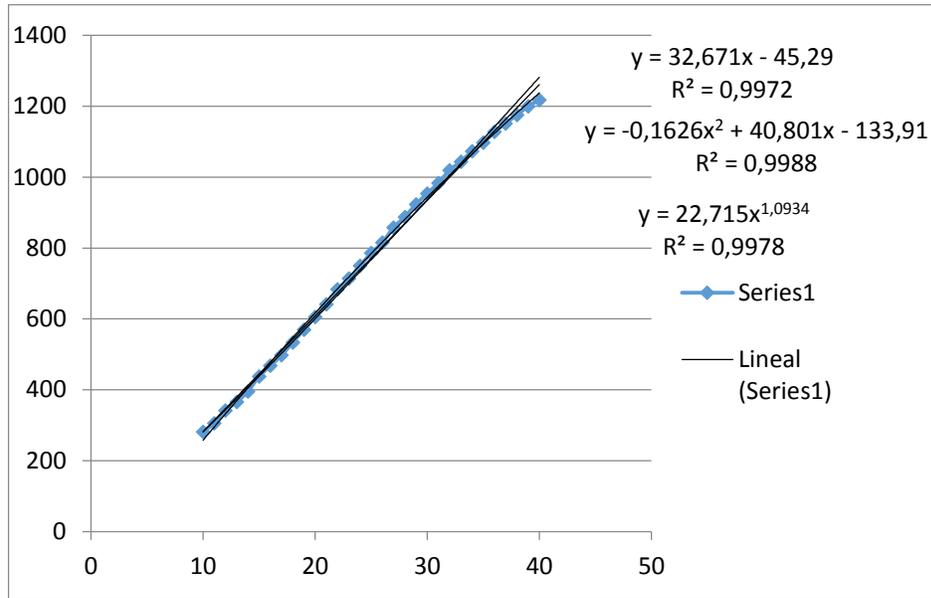
Se realizó la gráfica en el software de desarrollo Matlab de el peso del alimento consumido en gramos de 6 pollos en función del tiempo en días durante la segunda y tercera etapa del periodo de crianza

Ilustración 6. Alimentación de las aves en función del tiempo.



Mediante el software para hojas de cálculo Excel se realizó un ajuste de curvas para hallar la función más aproximada a la curva para seis pollos

Ilustración 7. Peso del alimento (g) vs tiempo (días)



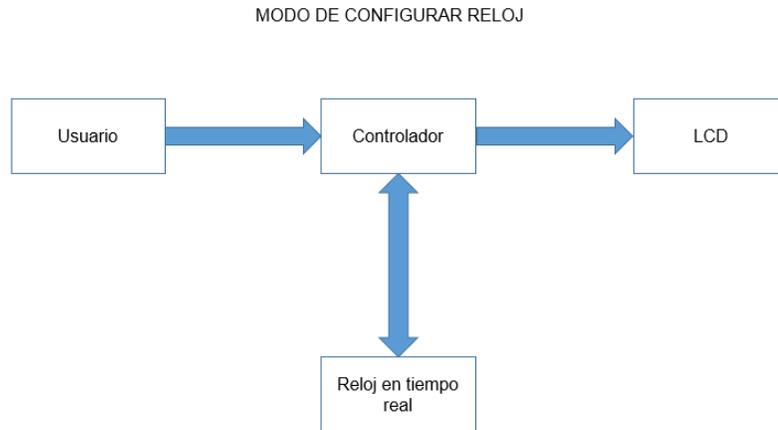
7.3.2 Subsistemas empleados en el sistema global.

Los subsistemas empleados manejan un dispositivo en común como parte de cada proceso que se encarga de analizar señales de entrada y controlar señales de salida dependiendo del proceso establecido.

7.3.2.1 Controlador y reloj en tiempo real.

El sistema debe tener un reloj en tiempo real y fecha actualizada de manera permanente, que permita ser ajustada por el usuario por medio de una interface para garantizar que los procesos se cumplan en tiempo real como se puede observar en la ilustración 8.

Ilustración 8. Diagrama de bloques configuración de reloj

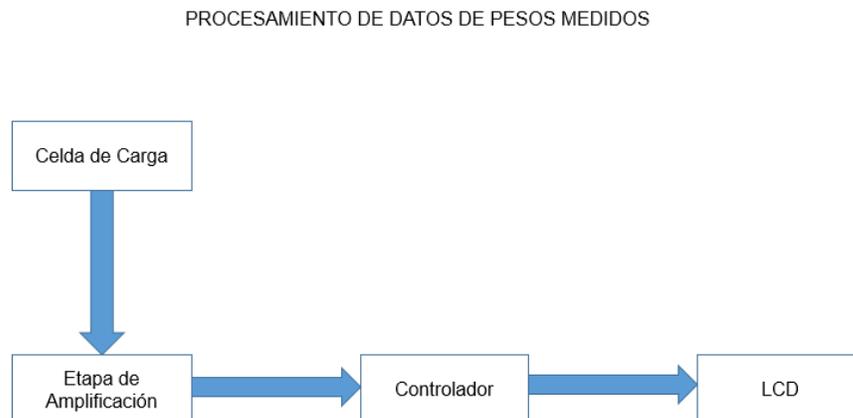


7.3.2.2 Controlador y celda de carga.

El sistema va a medir el peso del alimento almacenado en la tolva por medio de una celda de carga, para medir el peso que se encuentra en esta en todo instante de tiempo.

Para la adquisición de datos es necesario implementar una etapa de amplificación que permita elevar el nivel de tensión de la señal, para poder tratar la señal a través del controlador como se observa en la ilustración 9.

Ilustración 9. Diagrama de bloques procesamiento de datos de pesos medidos.

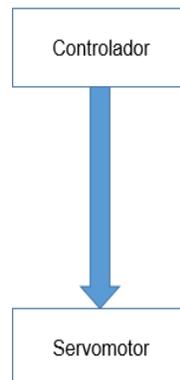


7.3.2.3 Controlador y servomotor.

El prototipo tendrá como forma de operación controlar el flujo másico del alimento a través del seccionamiento de un servomotor, dicho seccionamiento será activado por el controlador dependiendo de los parámetros ajustados por el usuario de tiempo y pesos deseados como se muestra en el diagrama de la ilustración 10.

Ilustración 10. Diagrama de bloques servomotor.

ACTUADOR CONTROLADO POR SEÑAL PWM

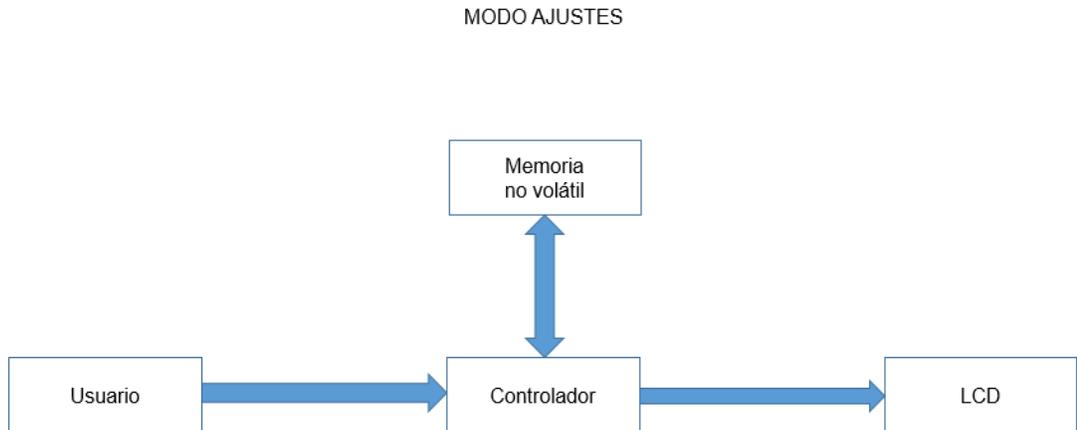


7.3.2.4 Controlador y ajustes de parámetros grabada en memoria no volátil.

Para brindarle confiabilidad al sistema en momentos críticos de ausencia de tensión y con el fin de que los ajustes que el usuario ha ingresado previamente no se borren; realizando un manejo adecuado de las memorias internas que tiene disponible el controlador, se nos permite almacenar datos que en casos críticos cuando la fuente de tensión falle, conserva los datos para cuando se rehabilite el sistema, y así sigan en su proceso sin ningún inconveniente.

El modo de ajustes le permite al usuario ajustar los parámetros de tiempo y pesos, para activar los procesos de ración de alimento a determinadas horas en el día mientras se cumple el periodo de crianza como se puede observar en la ilustración 11.

Ilustración 11. Diagrama de bloques modo de ajustes.



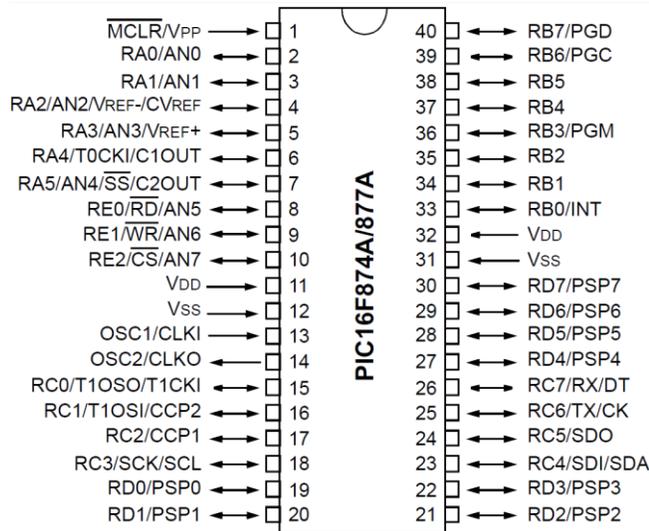
7.3.3 Sistema digital

El dispositivo de mayor importancia es el controlador, ya que es el que se encarga de procesar todos los datos, tanto de entrada como de salida; este permitirá el enlace de los dispositivos, el que permite tener el control del prototipo en todo momento.

Para la selección del controlador se tuvo en cuenta aspectos importantes como los económicos para tratar de minimizar los costos finales del prototipo, además el controlador debe tener la capacidad de recibir datos tomar decisiones y actuar manejando todos los dispositivos que hay implementados en el montaje.

El dispositivo que más se ajusta al perfil es el microcontrolador de la familia PIC de Microchip; El PIC16F877A se muestra en la ilustración 12, éste brinda diversas herramientas que se ajustan a las necesidades del sistema en general como por ejemplo sus entradas análogas y el módulo conversor A/D entre otras que se verán con más detalle en el diseño y construcción del prototipo, puede encontrar más información de este dispositivo en el anexo 4

Ilustración 12. Diagrama de pines PIC16F877A.



(Microchip Technology inc, 1997)

7.4 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

7.4.1 Pruebas por bloques

Para el prototipo del comedero automatizado para pollos de engorde, se necesitan adjuntar varios procesos, procesos que dependen de otros; para tener un buen diseño se optó por realizar pruebas por bloques que garanticen individualmente que los procesos operen como se desee.

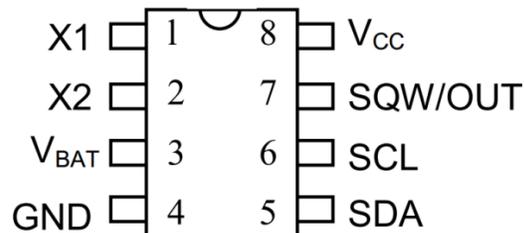
Para estas pruebas los programas que se utilizaron fueron hechos en lenguaje C y compilados en CCS compiler, estos programas fueron simulados con el software Proteus además del montaje físico con los dispositivos empleados en el prototipo.

7.4.1.1 PIC16F877A y reloj en tiempo real.

Para el manejo de las variables de tiempo fue seleccionado en reloj en tiempo real DS1307 mostrado en la ilustración 13, éste ha sido diseñado con una alta

precisión ofreciendo una gran confiabilidad en aplicaciones donde se requiera controlar procesos a partir parámetros tiempo, además de su gran compatibilidad con el micro controlador usado gracias al protocolo de comunicación que emplea denominado I^2C . (Circuito inter integrado) como se puede observar en la ilustración 15, además el DS1307 tiene la cualidad de que su circuito halla una fuente auxiliar de tensión (batería), que en caso de un fallo en la fuente principal este conmute y habilite la fuente auxiliar de tensión y no perder los datos de tiempo puede observar la información técnica en el anexo 5.

Ilustración 13. Diagrama de pines reloj en tiempo real DS1307.

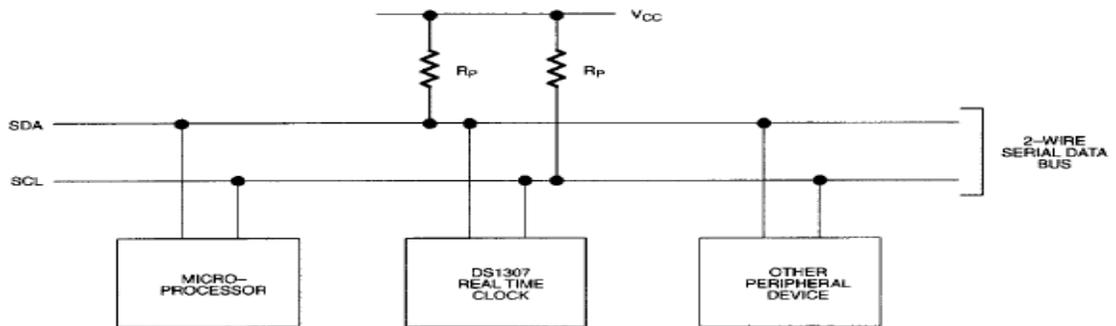


(DALLAS SEMICONDUCTOR)

Bus de datos serial de 2 hilos:

El DS1307 es bidireccional, maneja un bus de 2 hilos y un protocolo de transmisión de datos. Un dispositivo que envía datos hacia el bus es definido como un transmisor y un dispositivo que recibe datos como un receptor. El dispositivo que controla el mensaje es llamado un maestro. Los dispositivos que son controlados por el maestro son referenciados como esclavos. El bus debe ser controlado por un dispositivo maestro que genera la señal del reloj serial SCL, controla el acceso al bus y genera las condiciones de arranque y parada. El DS1307 opera como un esclavo en el bus de 2 hilos. Una configuración de bus típica usando este protocolo de 2 hilos es mostrado en la ilustración 14.

Ilustración 14. Bus de datos serial de dos hilos del dispositivo DS1307

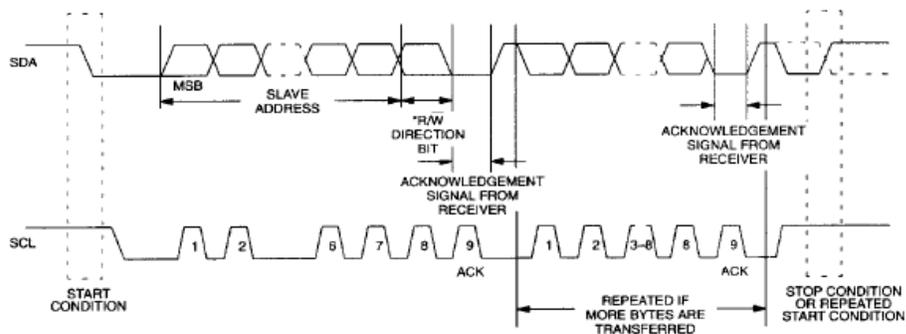


(DALLAS SEMICONDUCTOR)

Cada dato transferido es inicializado con una condición de arranque y terminado con una condición de parada. El número de datos (bytes) transferidos entre condiciones de arranque y parada no está limitado, y es determinado por el dispositivo maestro la información es transferida en forma de byte y cada recepción es reconocida con un noveno bit.

Bit de reconocimiento (ACK): cada dispositivo receptor cuando es direccionado es obligado a generar un bit de reconocimiento después de la recepción de cada byte. El dispositivo maestro debe generar un pulso extra el cual es asociado con este bit de reconocimiento.

Ilustración 15. Protocolo I^2C empleado en el sistema.



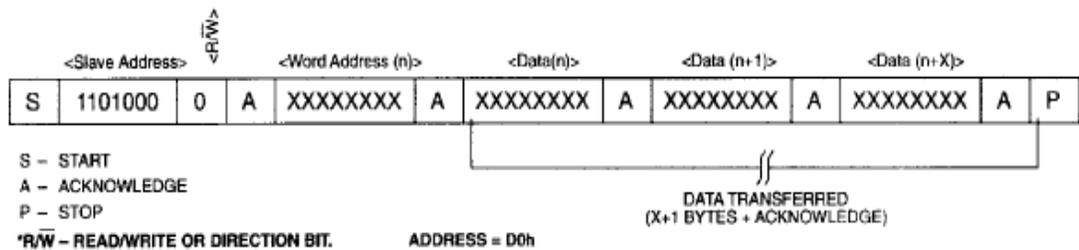
(DALLAS SEMICONDUCTOR)

Modo de esclavo receptor (DS1307 modo de escritura)

Datos y reloj serial son recibidos a través de los pines SDA y SCL. Después de que cada byte es recibido un bit de reconocimiento es transmitido. Condiciones de arranque y parada son reconocidas como el comienzo y el final de una transferencia serial. Reconocimiento de dirección es presentado por hardware después de la recepción de la dirección del esclavo el byte de dirección es el primer byte recibido después de que la condición de arranque es generada por el maestro como se puede observar en la ilustración 16.

El byte de dirección contiene la dirección de 7 bits de DS1307, cual es 1101000, seguido por el bit de dirección el cual para una escritura es un cero. Después de recibir y decodificar el byte de dirección el dispositivo pone a la salida un reconocimiento en la línea SDA. Después de que el DS1307 reconoce la dirección del esclavo y el bit de escritura, el maestro transmite una dirección de registro al DS1307 esto va a ajustar el puntero del registrador en el DS1307 el maestro va a comenzar a transmitir cada byte de datos con el DS1307 indicando que ha recibido un byte. El maestro va a generar una condición de parada para terminar la escritura de datos.

Ilustración 16. Modo esclavo receptor (modo de escritura).



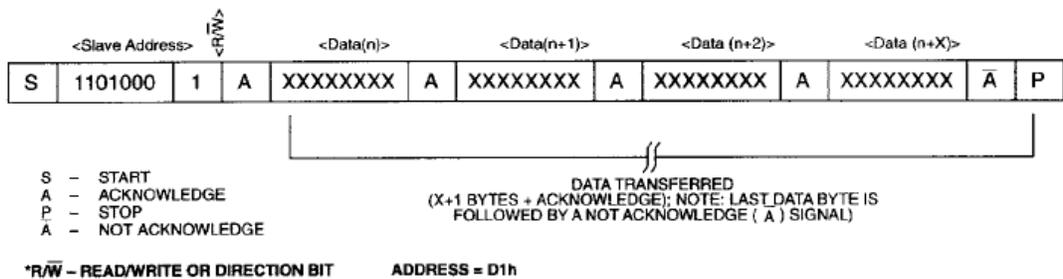
(DALLAS SEMICONDUCTOR)

Modo de esclavo transmisor (DS1307 modo de lectura):

El primer byte es recibido y manejado como en el modo esclavo receptor. Como sea, en este modo el bit de dirección va a indicar que la transferencia de dirección es reversar datos serial es transmitido en la línea SDA por el DS1307 mientras la entrada serial del reloj está en el pin SCL. Condiciones de arranque y parada son reconocidas como el comienzo y final de una transferencia serial. El byte de

dirección es el primer byte recibido después de que la condición de arranque es generada por el maestro. El byte de dirección contiene la dirección de 7 bits del DS1307, seguido por el bit de dirección el cual para una lectura es un uno. Después de recibir y decodificar el byte de dirección el dispositivo hace un reconocimiento en la línea SDA como se puede observar en la ilustración 17. El DS1307 luego comienza a transmitir datos comenzando con el registro de dirección.

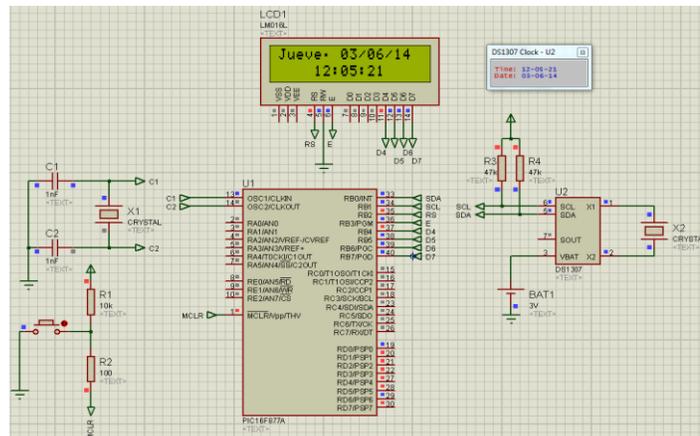
Ilustración 17. Modo esclavo transmisor (modo lectura).



(DALLAS SEMICONDUCTOR)

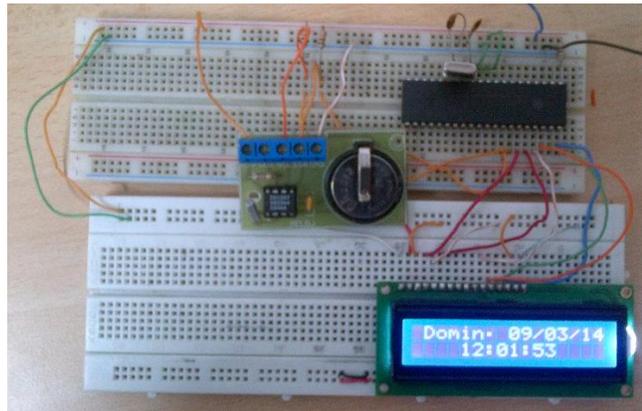
En la ilustración 18 se puede observar la simulación del bloque del sistema que consiste en la comunicación del reloj en tiempo real y el micro controlador PIC16f877 además del envío de datos hacia la LCD de 2*16.

Ilustración 18. Simulación en proteus del bloque del sistema para el RTC DS1307 con el PIC16f877.



La ilustración 19 es el montaje físico del bloque del sistema de la simulación anterior, también se probó retirar la fuente principal del circuito para que el DS1307 conmutara a la pila CR2032 que es de 3V con el fin de que los datos de fecha y hora no se borren y efectivamente mantiene los datos sin problemas hasta que la batería auxiliar esté funcionando.

Ilustración 19. Montaje físico del bloque del sistema D21307, PIC16F877A Y LCD 2*16.

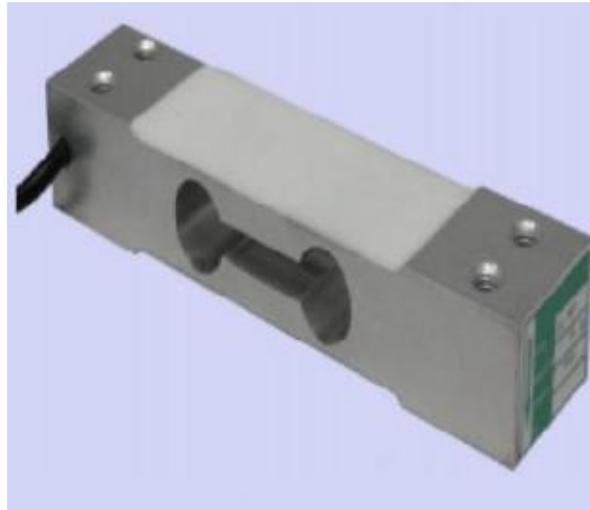


7.4.1.2 PIC16F877A y celda de carga

Para realizar la medida del peso del alimento almacenado en la tolva se seleccionó como transductor de peso una celda de carga de aluminio que censa por deflexión mostrada en la ilustración 20, la celda de carga tiene implementado el puente de Wheatstone con compensadores de temperatura para corregir los errores de medida producidos por cambios de temperatura.

Para hacer uso de dicha lectura se debe emplear un circuito que amplifique y adecue la señal para que el micro controlador pueda hacer uso de ella y tomar las decisiones de una manera correcta.

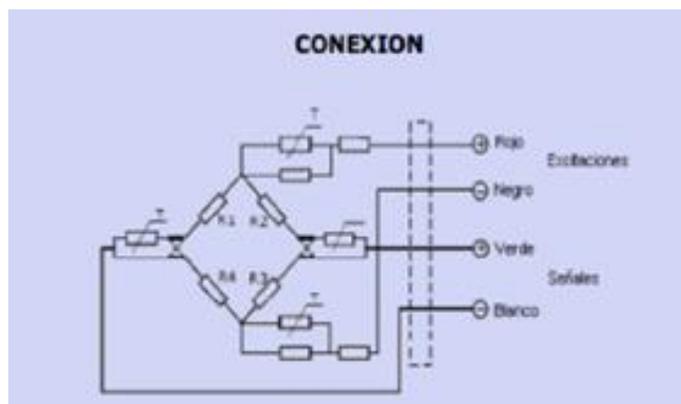
Ilustración 20. Celda de carga.



(AUTOMATIZANDO S.A.S, 2013)

A continuación se presentaran las características generales de la celda de carga de 5 kg que se empleó en el sistema observe la información técnica de la celda de carga en el anexo 6.

Ilustración 21 Conexión de la celda de carga de 5k.

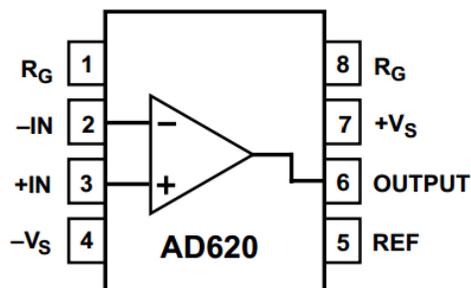


(AUTOMATIZANDO S.A.S, 2013)

7.4.1.3 Celda de carga y AD620

Para lograr obtener una lectura adecuada proveniente de la celda de carga es debido realizar una interface que consiste en amplificar la señal, ya que está es muy pequeña se debe usar un amplificador que elimine señales parasitas para no tener lecturas indeseadas; Para el prototipo se optó por el amplificador de instrumentación AD620 este dispositivo permite ajustar su ganancia variando la resistencia R_G ofreciendo un amplio rango de ganancias dicho amplificador es mostrado en la ilustración 22 y su esquema general de conexiones en la ilustración 23

Ilustración 22. Amplificador de instrumentación AD620.



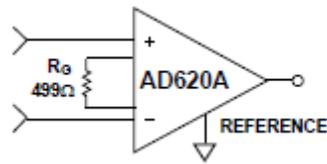
(DEVICES, 2014)

A continuación se mostrara las características generales del amplificador de instrumentación AD620 y sus características técnicas se podrán observar en el anexo 7.

Descripción:

El ADA620 es un amplificador de instrumentación de alta precisión y un bajo costo que requiere únicamente una resistencia externa para ajustar ganancias de 1 a 10,000, bajo consumo de corriente (1.3mA máxima corriente de abastecimiento), haciendo un buen ajuste para alimentación desde una batería, portable o aplicaciones remotas.

Ilustración 23. Esquema general de conexión del amplificador de instrumentacion.



(DEVICES, 2014)

Teoría de operación:

El valor de R_G . Dado por la ecuación 7.2 determina la transconductancia del escenario de pre amplificación. Cuando R_G . es reducida para altas ganancias. Se pueden definir 3 ventajas importantes:

La ganancia dada por la ecuación 7.1 en lazo abierto es aumentada por el incremento de la ganancia programada, por ende reduciendo errores de ganancia relacionados.

El resultado del ancho de banda de la ganancia se incrementa con la ganancia programada, por ende optimizando la frecuencia de respuesta.

La tensión del ruido a la entrada es reducida a un valor de 9 nV/Hz, determinado principalmente por la corriente de colector y resistencia de base de los dispositivos de entrada.

Las resistencias de ganancias internas, R1 y R2 son reducidos a un valor absoluto de 24700Ω, permitiendo que la ganancia pueda ser programada de manera precisa con una resistencia externa (R_G).

Independientemente del sistema en el cual está siendo usado, el AD620 provee gran precisión con bajo consumo de energía y precio. En sistemas simples, precisión absoluta y errores de desviación son los mayores contribuyentes a error. En sistemas más complejos con un procesador inteligente, un ciclo de auto ganancia y auto cero va a remover toda la precisión absoluta y errores de desviación, dejando únicamente los errores de resolución de ganancia, no linealidad, y ruido, por ende permitiendo una precisión completa de 14 – bit.

Aplicaciones

- Básculas

- ECG y instrumentación medica
- Interfaz de Transductor
- Sistemas de Adquisición de Datos
- Control de Procesos industriales

La ecuación de ganancia (G) es:

$$G = 1 + \frac{49.4k}{Rg} \quad (7.1)$$

$$R_{G.} = \frac{49.4k}{G-1} \quad (7.2)$$

La resistencia para ajustar la ganancia se calibro a 171 Ω para obtener una tensión a la salida a full escala de 5V aproximadamente con un peso de 3 Kg aproximadamente, la calibración se hizo físicamente con el circuito operando normalmente.

El propósito de adecuar la medida de 5 kg a 3 kg a full escala para el sistema digital es el de reducir esfuerzos mecánicos y mejorar la precisión de la medida, por consiguiente se procedió a calcular la ganancia respectiva como se puede observar en la ecuación 7.3.

De la ecuación 7.1 y 7.2 tenemos la ganancia dada por la ecuación 7.3:

$$G = 1 + \frac{49.4k}{171\Omega} = 289,89 \quad (7.3)$$

7.4.1.4 Caracterización celda de carga

En la caracterización de la celda de carga se optó por utilizaron materiales que no fuesen afectados por la humedad del medio ambiente para no tener lecturas inestables a través de las pruebas como se muestra en la ilustración 25.

Para verificar que los pesos utilizados en la caracterización fuesen los más aproximados a los valores reales, se usó una pesa digital que tenía como error ± 0.001 g como se puede observar en la ilustración 24.

Ilustración 24. Verificación de peso, para los pesos utilizados en la caracterización.



Ilustración 25. Total Pesos utilizados en la caracterización.



En la imagen 26 se puede observar el montaje la de caracterización de la celda de carga con los pesos previamente rectificadas, además se puso en prueba la interface con el amplificador de instrumentación AD620 para adaptar la señal de la celda de carga al micro controlador PIC16F877A.

Ilustración 26. Montaje físico para la caracterización de la celda de carga.



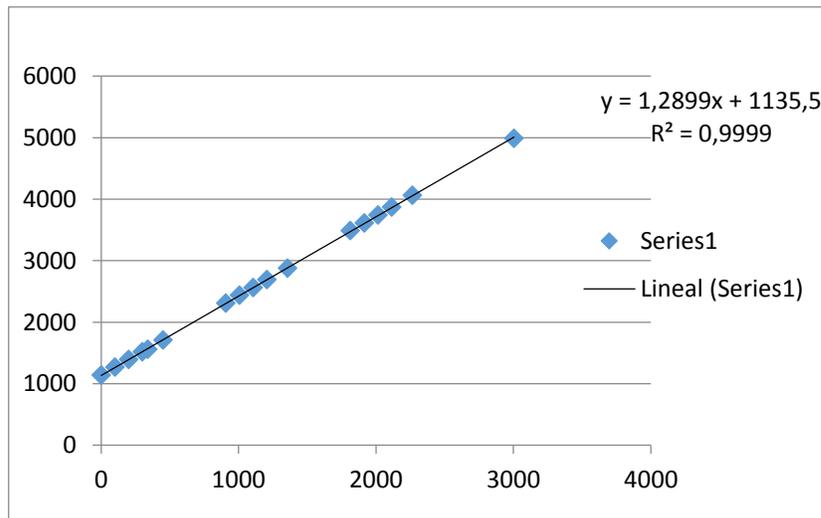
Se tomaron 16 muestras con pesos patrones distintos midiendo tensión a la salida de la etapa de amplificación adecuado a la salida de la celda de carga para obtener la relación tensión-peso como se puede apreciar en la tabla 1 y con esta información se realizó una aproximación en el software para hojas de cálculo Excel que se puede observar en la ilustración 27:

Tabla 1. Relación de tensión – peso de la celda de carga.

Muestra	Peso (g)	Vout (mV)
0	0	1141
1	100	1267
2	200	1394
3	300	1520
4	340	1560
5	450	1708
6	907	2310
7	1007	2440
8	1107	2560

Muestra	Peso (g)	Vout (mV)
9	1207	2690
10	1357	2880
11	1814	3490
12	1914	3610
13	2014	3740
14	2114	3870
15	2264	4060
16	3004	4990

Ilustración 27. Aproximación de tensión – Peso de la celda de carga.



Calculo de la conversión analógica a digital a 10 bits para el microcontrolador PIC16F877A está dada por la ecuación 7.4:

n: Numero de bits

$$\text{Resolución del PIC} = \frac{+V_{ref}}{2^n - 1} = \frac{5V}{1023} = 4,89mV \quad (7.4)$$

Ahora procedemos a plantear la fórmula para hallar el dato en el procesador dado por la ecuación 7.1, el cual va a fluctuar entre 0 y 1023 como una variable discreta y la V_{out} entre 0 y 5V.

$$\text{Dato} = \frac{V_{out}}{\text{Resolución del PIC}} \quad (7.5)$$

Luego de haber hecho la prueba de caracterización de la celda de carga se pudo hallar el comportamiento de la tensión de salida en función del peso y por ende su comportamiento como se puede observar en la ecuación 7.6.

$$\text{Resolución del sensor} = 1.29 \frac{mV}{g} \quad (7.6)$$

Con estos datos se puede hallar la constante de aproximación K dada por la ecuación 7.7:

$$K = \frac{\text{Resolución del PIC}}{\text{Resolución del sensor}} = \frac{4.89mV}{1.29 \frac{mV}{g}} = 3.8g \quad (7.7)$$

Luego para hallar el peso medido en gramos planteamos la ecuación 7.8 para poder visualizar la medida en una pantalla LCD 2X16 en tiempo real:

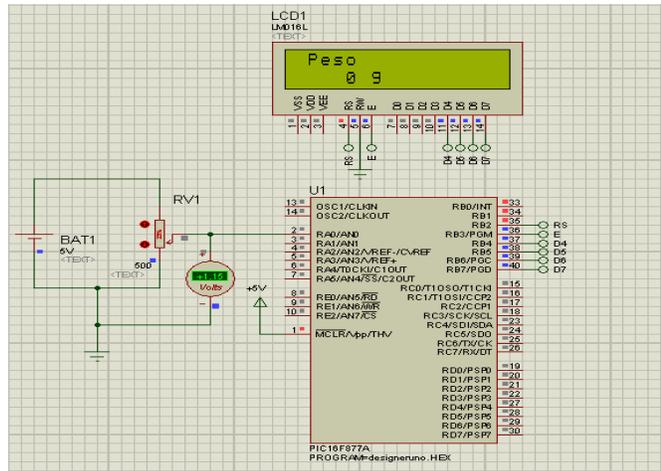
$$\text{Peso promedio} = (\text{Dato} - \text{Dato inicial}) * K \quad (7.8)$$

K : Constante de aproximación

A continuación se presentaran las simulaciones correspondientes a la prueba por bloque del micro controlador y la celda de carga en esta simulación se uso un potenciómetro para simular la entrada analógica de la celda y la etapa de amplificación.

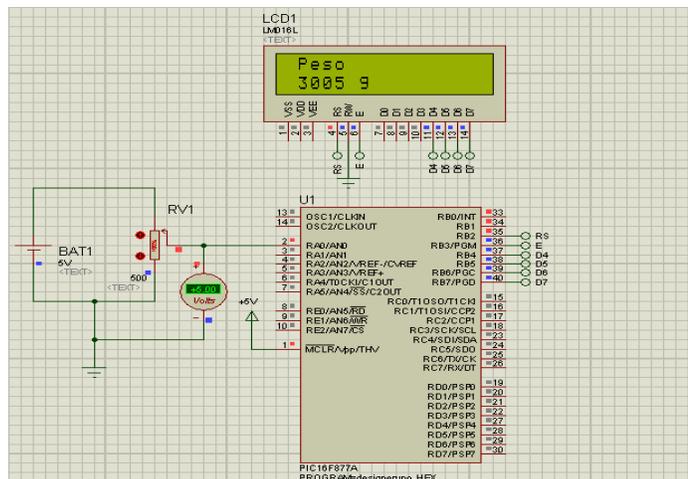
Como se puede observar en la ilustración 28 la tolva se encontraría vacía y los datos censados por la celda y procesados por el micro controlador son enviados a la LCD.

Ilustración 28. Simulación en Proteus del bloque del sistema para la celda de carga, LCD 2*16 y el PIC16f877A (conversión peso muerto).



En la ilustración 29 la tolva se encuentra en su límite definido de cantidad de alimento que puede censar la celda de carga, entonces la conversión analógica a digital a 10 bits producida por el PIC está a full escala.

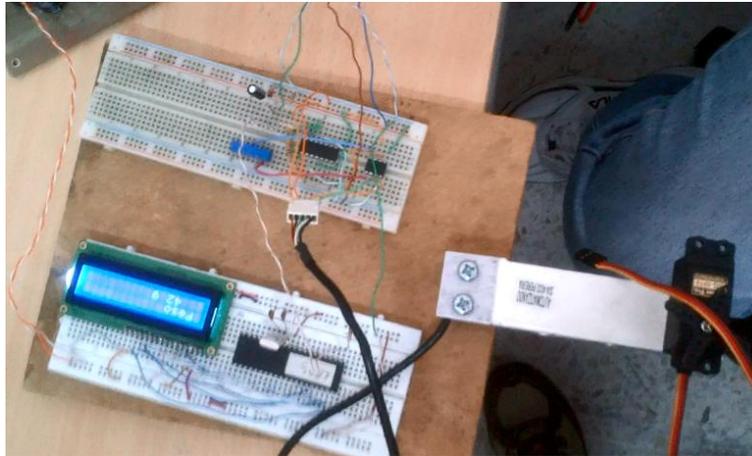
Ilustración 29. Simulación en proteus del bloque del sistema para la celda de carga, LCD 2*16 y el PIC16f877A (conversión a full escala).



La imagen 30 es el montaje físico que se realizó del bloque del sistema, consistía en leer la señal proveniente de la celda, que está pasando por la etapa de

amplificación y adecuación de la señal para posteriormente ser leída por el micro controlador PIC16F877A y este la enviara para visualizarla por medio de la LCD 2*16.

Ilustración 30. Montaje físico del bloque del sistema para la celda de carga, LCD 2*16 y el PIC16F877A.



Al realizar la prueba de hardware del sistema global, se pudo percibir el efecto del ruido en la medida del peso del alimento almacenado causando una fluctuación en la medida la cual se pudo visualizar en la pantalla LCD 2*16. Este problema se pudo solucionar con la implementación del filtro de promedio móvil.

El ruido es una perturbación, la cual interfiere con la medida del peso causando una señal con ruido, Se optó por utilizar una técnica para reducir los efectos del ruido aleatorio un filtro digital con PIC, es muy óptimo por qué se puede hacer por software.

7.4.1.5 El filtro de promedio móvil

Es el tipo de filtrado más común en el procesamiento de señales, el filtro de promedio móvil es óptimo para una tarea común: reducir el ruido aleatorio presente en una señal.

El filtro de promedio móvil opera promediando un número de puntos desde la señal de entrada para producir cada punto de la señal de salida. Se definió un vector y se almacenaron las muestras de la señal de entrada que en este caso es la señal proveniente de la etapa de amplificación del circuito de instrumentación. Se puede observar la siguiente ecuación 7.9.

$$Y[1] = \frac{x[1]+x[2]+x[3]+x[4]+x[5]+ \dots + x[20]}{20} \quad (7.9)$$

En el filtro digital implementado se tomaron 20 muestras de la señal de entrada, se almacenaron en un vector se promediaron, para calcular la siguiente muestra de salida ($Y[2]$), se involucra una nueva muestra de la señal de entrada ($x[21]$) y se elimina del cálculo la entrada más antigua ($x[1]$), y así sucesivamente para los puntos de salida siguientes como se muestra en la ecuación 7.10.

$$Y[2] = \frac{x[2]+x[3]+x[4]+x[5]+x[6]+ \dots + x[21]}{20} \quad (7.10)$$

La cantidad de reducción de ruido es igual a la raíz cuadrada del número de puntos involucrados en el promedio. Por ejemplo para el filtro de promedio móvil implementado con 20 puntos, podemos decir que se reduce el ruido por un factor de $\sqrt{20}$.

(Duque, Avendaño, & Rodríguez)

7.4.1.6 PIC16F877A y servomotor.

Para el funcionamiento del prototipo se requiere tener un seccionamiento para la dosificación de alimento de engorde, con el fin de tener esta dosificación en horas específicas es necesario usar un dispositivo que permita controlar la posición de su eje; Este dispositivo es el servomotor, el cual es controlado mediante la modulación por ancho de pulso (señal PWM) esta determina la posición exacta del eje dependiendo el ciclo útil de la señal enviada.

Servomotor

Un servomotor es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.

Un servomotor es un motor eléctrico que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.

Características

Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, tiene un consumo de energía reducido.

La corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cuál es la corriente que consume. La corriente depende principalmente del par, y puede exceder un amperio si el servo está enclavado, pero no es muy alta si el servo está libre.

Los servomotores son comúnmente usados en modelismo como aviones, barcos, helicópteros y trenes para controlar de manera eficaz los sistemas motores y los de dirección.

Control

Los servomotores hacen uso de la modulación por ancho de pulsos (PWM) para controlar la dirección o posición de los motores de corriente continua.

(Irving I, 1993)

El servomotor que selecciono para el prototipo es el SG5010 del fabricante tower pro, en la ilustración 31 se puede observar el dispositivo en el anexo 8 se encuentra la información general de este actuador.

Ilustración 31. Servo motor SG-5010.

TowerPro SG-5010 - Standard Servo



(Tower Pro)

En la ilustración 32 y 33 está la simulación de la prueba por bloque del PIC16f877A con el servomotor, accionado por un pulsador para hacer un movimiento de apertura a 90°aproximadamente con respecto a la posición inicial del eje, entonces se activa una salida de uno de los puertos del PIC para encender un led durante 5 segundos mediante un retardo, que al finalizar hace regresar el eje de él servo a la posición inicial; Con el propósito de ver si el actuador mantenía la posición del eje.

Ilustración 32. Simulación en proteus del bloque del sistema para el Servomotor ubicado en 0° con el PIC16F877A (carga apagada).

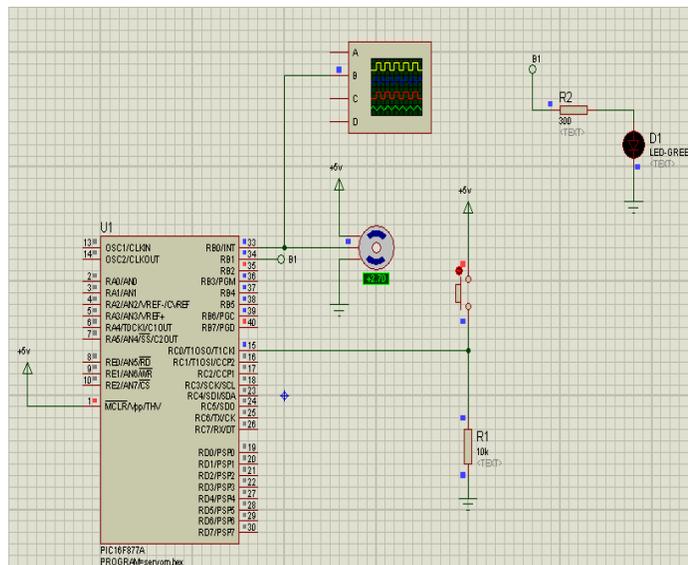
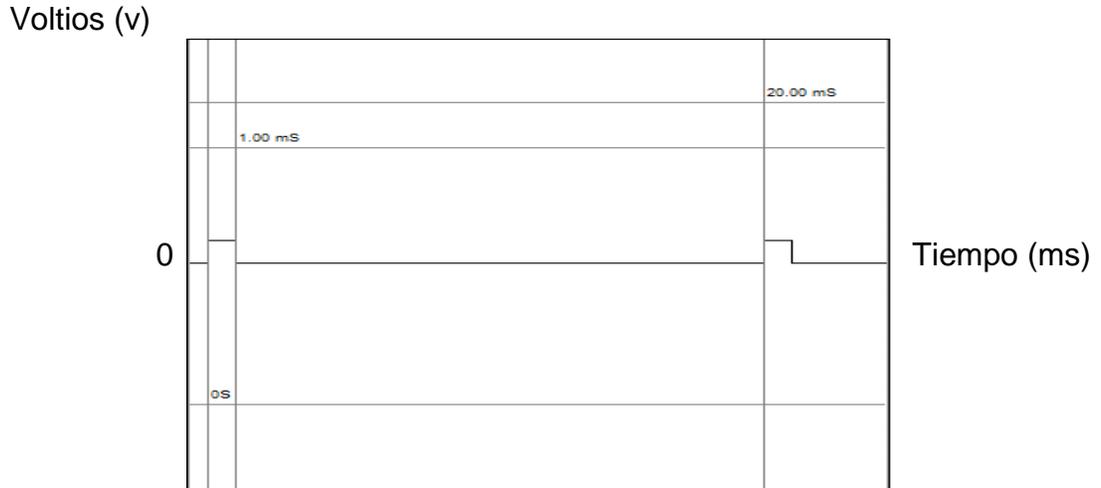


Ilustración 33. Señal de salida (PWM) vista con el osciloscopio digital servomotor ubicado en 0°.



Después de haber accionado el pulsador el servo motor se posiciono en 93,6° aproximadamente como se puede observar en la ilustración 34 y 35, en la simulación se habían ajustado unos parámetros del servomotor en el software proteus como lo son el rango del ancho de pulso que va de 1 a 2 ms y el rango de movimiento del eje que es de 0 a 180°.

Ilustración 34. Simulación del bloque del sistema para el servomotor posicionado en 90° con el PIC16f877A (Carga apagada).

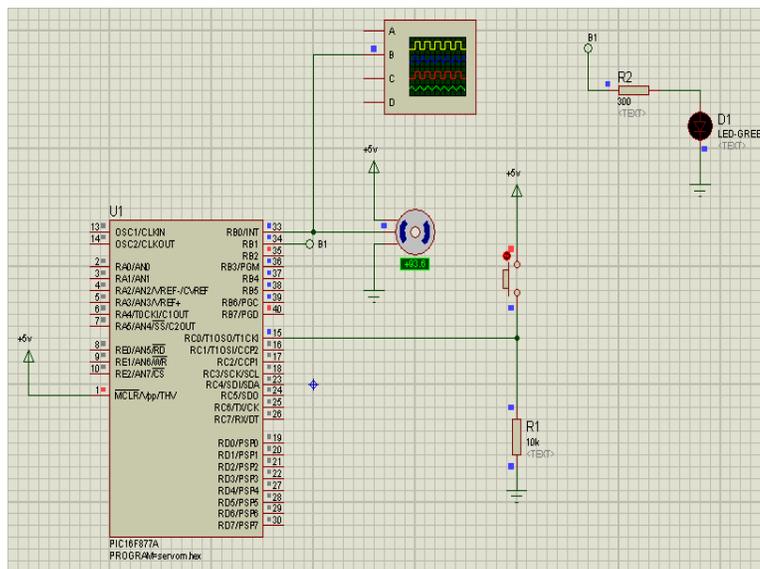
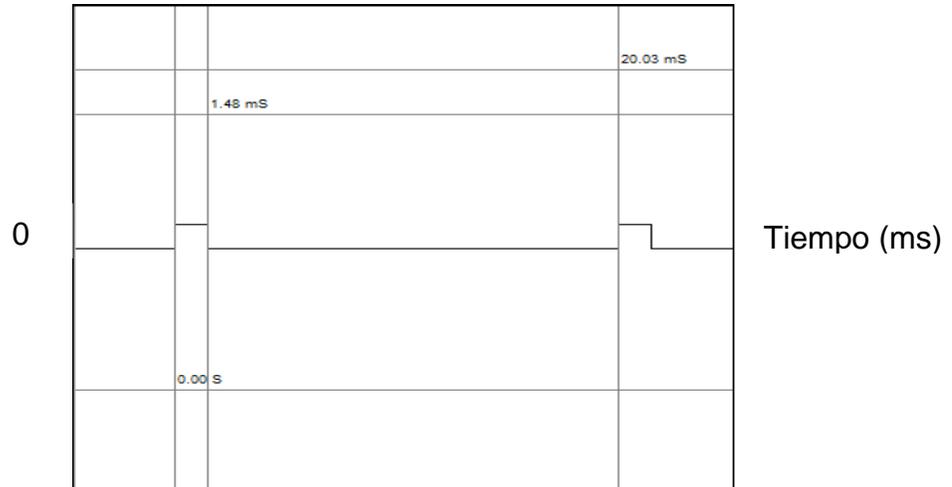


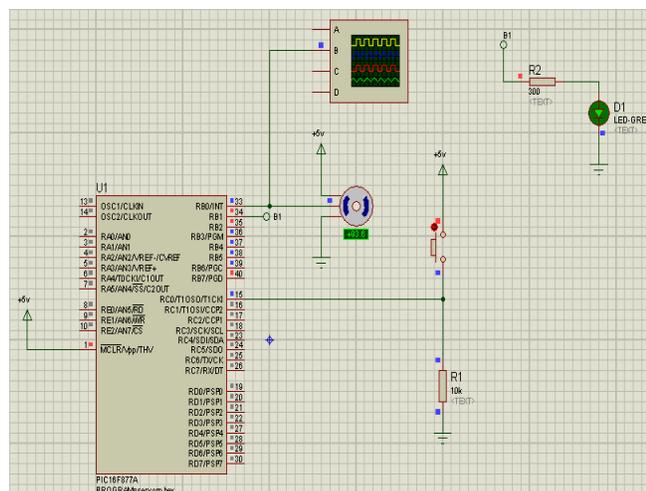
Ilustración 35. Señal de salida (PWM) vista con el osciloscopio digital servomotor ubicado en 90°.

Voltios (v)



Cuando el servomotor se posiciona en 90° inmediatamente se enciende el led durante 5 segundos, como se puede observar en la ilustración 36.

Ilustración 36. Simulación del bloque del sistema para el servomotor posicionado en 90° con el PIC16f877A. (Carga encendida)



Después que la señal PWM ubico el servomotor y se repitiera por unas veces, la señal fue retirada como se observa en la ilustración 37 del osciloscopio digital, y el servomotor sigue ubicado en la posición deseada.

Ilustración 37. Señal de salida sin (PWM) vista con el osciloscopio digital servomotor ubicado en 90.



En las ilustraciones 38 y 39 se puede observar el montaje físico de la prueba realizada y la lógica aplicada respectivamente.

Ilustración 38. Montaje físico del bloque del sistema para el servomotor y el PIC16F877A.



8. PRUEBAS Y RESULTADOS

8.1 Sistema digital final para el prototipo.

Para el desarrollo del sistema digital final que se va a integrar en el prototipo del comedero para aves de engorde, se tomó como gran soporte las pruebas por bloques desarrolladas previamente, ya que el sistema digital tendrá como el uso de funciones para darle orden a su estructura además de la seguridad para que en ningún momento se pierda el programa, entonces muchas de las pruebas por bloques quedarán convertidas en funciones que pertenecerán al programa principal.

El sistema digital maneja una interface con el usuario, ya que esto es una herramienta que le dará muchas más opciones de operación dependiendo del criterio que manejen, esto porque el usuario tiene la opción de como primera medida entrar a configurar las opciones de fecha y hora ya que dependiendo de estos datos el sistema tomara decisiones.

Ilustración 40. Diagrama de flujo de la lógica aplicada a la prueba de ración ajustable.

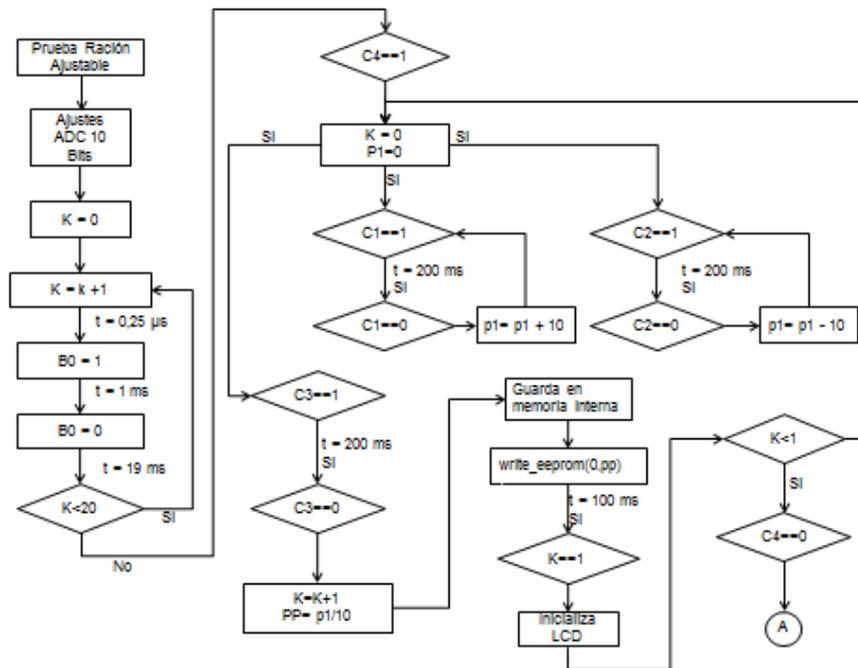


Ilustración 41. Diagrama de flujo de la lógica aplicada a la prueba de ración ajustable. (Continuación)

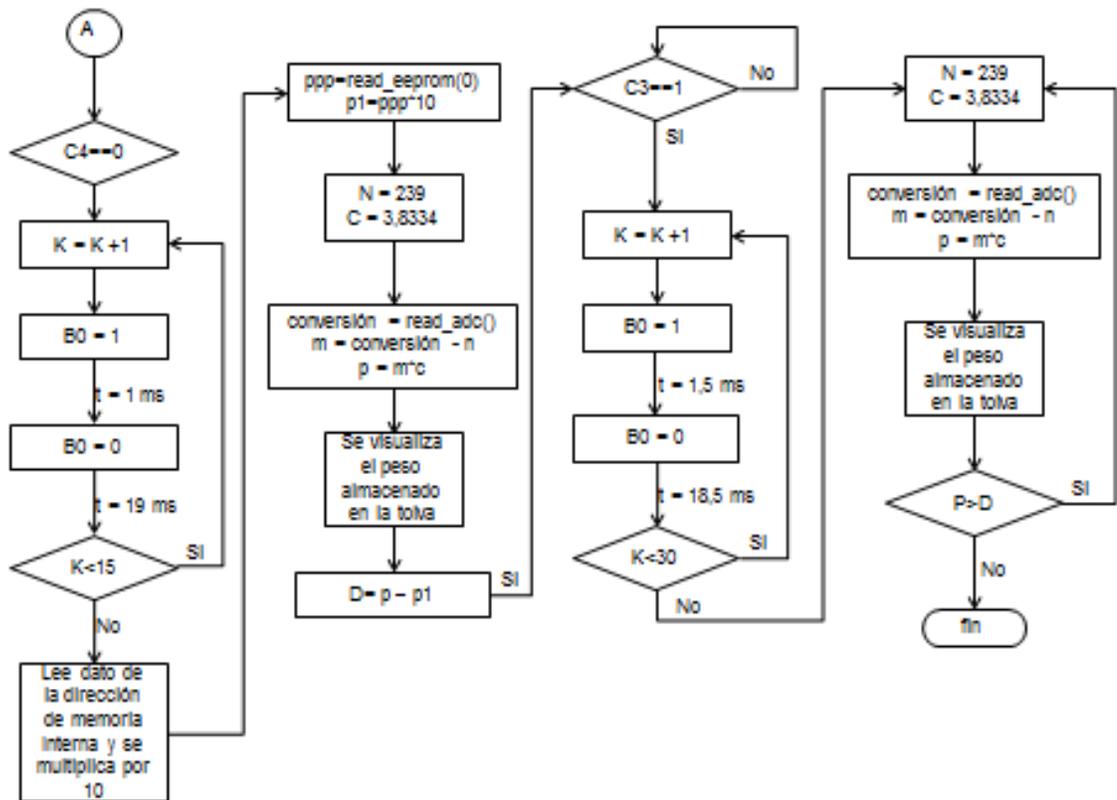
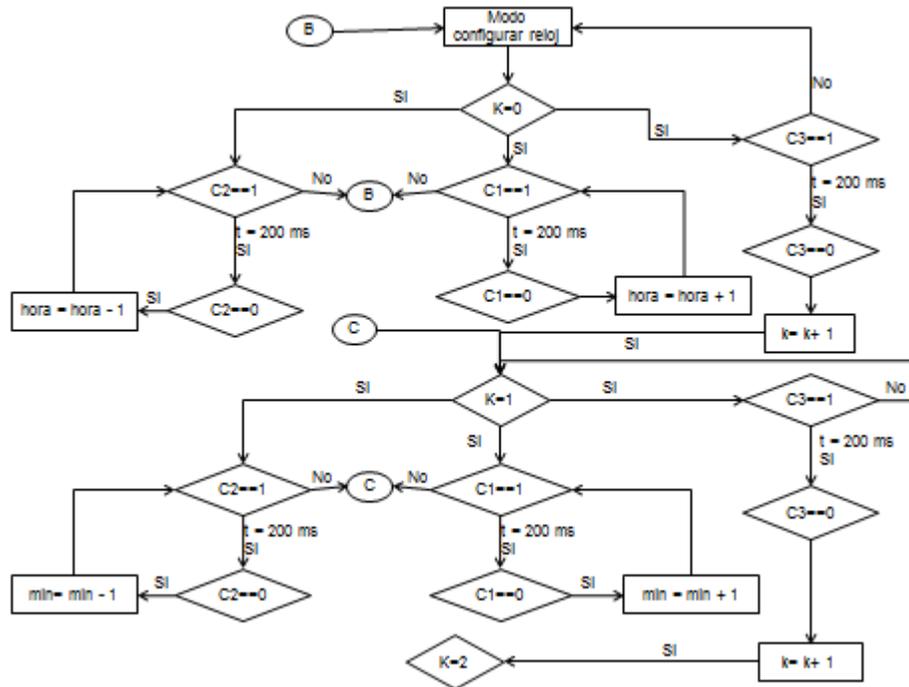


Ilustración 42. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al modo de configurar reloj del sistema general.



También el sistema digital está diseñado para realizar dos raciones de alimento en el transcurso del día, esto basados en las recomendaciones del zootecnista, entonces el usuario además tiene las opciones de configurar horas y cantidad de comida a racionar en dichas horas.

Las raciones se podrán ajustar hasta 800g ya que tenemos como restricción la capacidad de almacenar alimento en el comedero; Las raciones se podrán ajustar con respecto al tiempo y peso deseado por medio del modo de ajustes, el cual se puede ver el diagrama de flujo de la parte inicial del programa.

Ilustración 43. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al modo de ajustes de el sistema general.

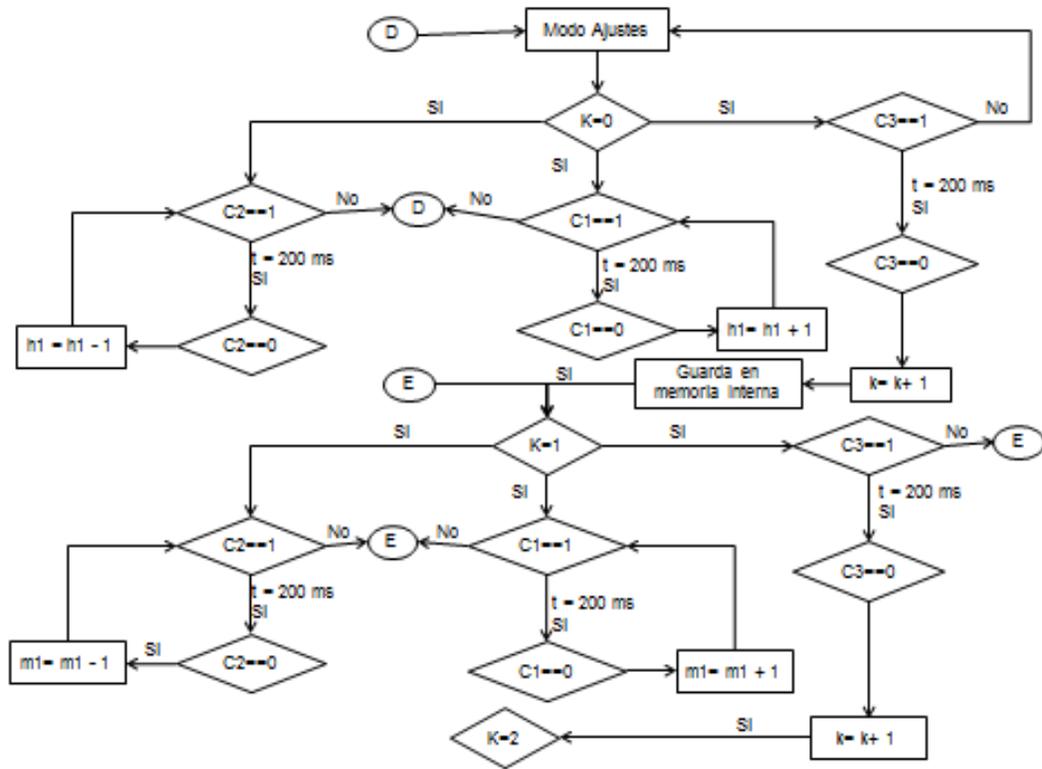


Ilustración 44. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al sistema global.

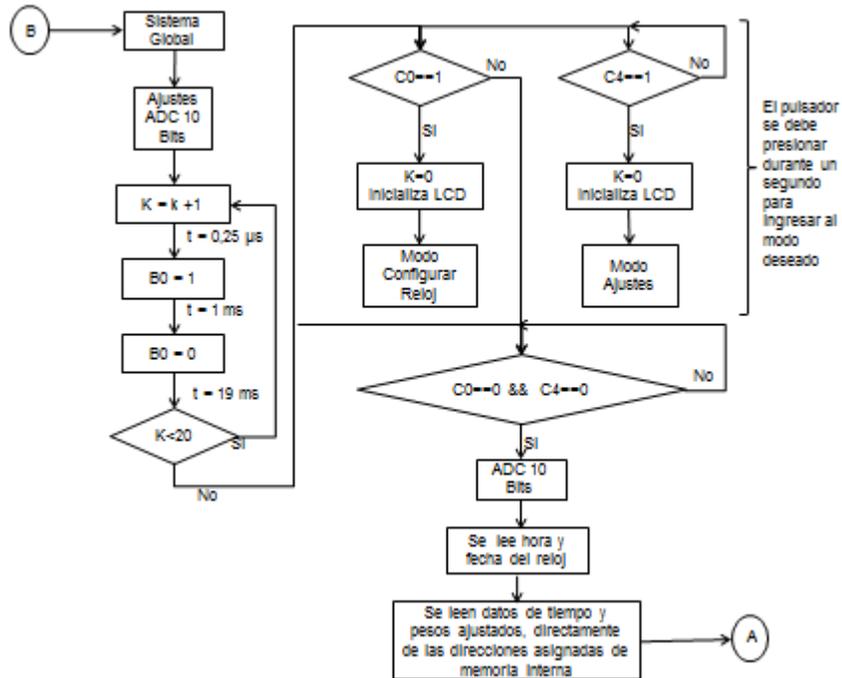
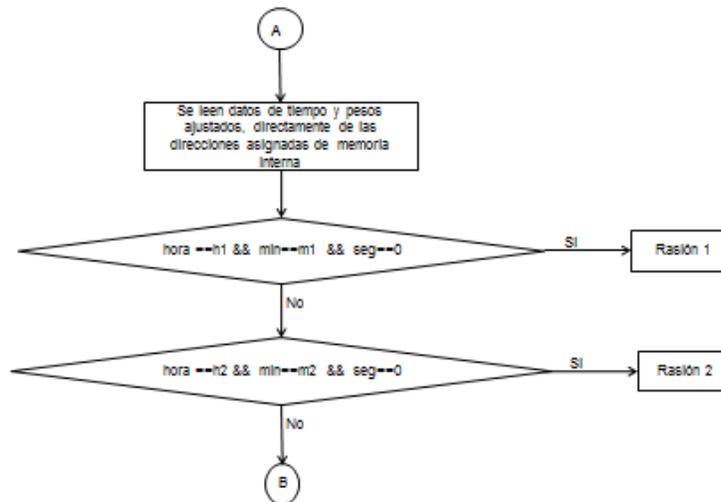
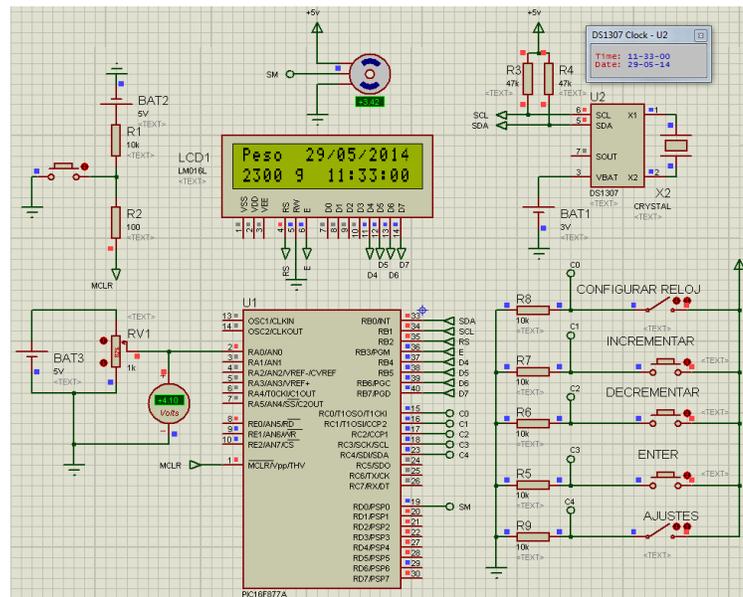


Ilustración 45. Diagrama de flujo de la lógica aplicada al sistema global. (Continuación)



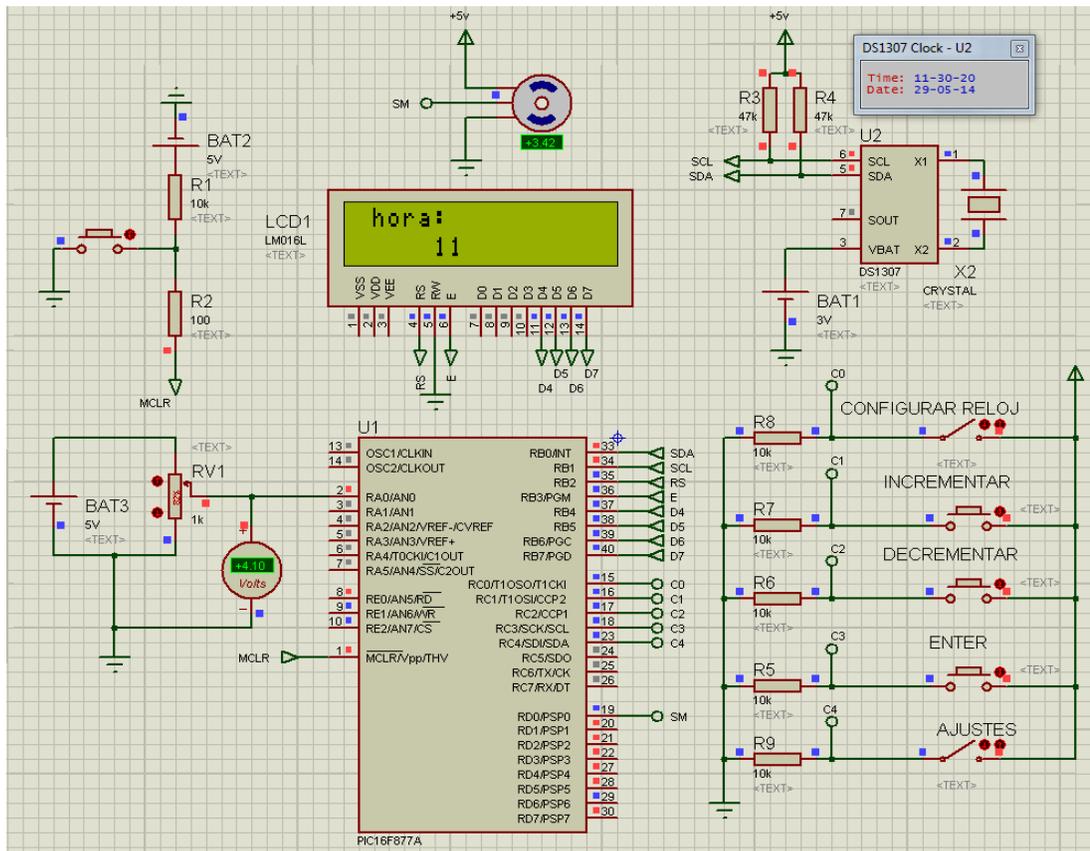
El sistema digital final es simulado en Proteus, como se puede observar en la siguiente imagen tenemos el sistema en su modo normal donde censa el peso en la tolva, simulado con un potenciómetro, esta señal analógica tomada es convertida a digital, como se había nombrado esta conversión es hecha a 10 bits y posteriormente enviada a la LCD; también se leen los datos del DS1307 de fecha y hora estos también son enviados para visualizarlos en la LCD como se puede observar en la ilustración 46.

Ilustración 46. Simulación del sistema general en modo de operación normal (antes de la ración)



En la ilustración 47 el sistema digital se encuentra en el modo de operación configurar reloj donde se le permitirá al usuario configurar hora y fecha del reloj en tiempo real, para acceder a esta configuración el usuario deberá presionar durante 1 segundo y mediante los botones de incrementar y decrementar se llegara al valor deseado y con el botón de enter pasara a configurar el siguiente parámetro dichos parámetros son hora, minutos (los segundos empezaran en 0), día, mes, año.

Ilustración 47. Simulación del sistema general en modo de configurar reloj.



Para ajustar los momentos aperturas, se debe presionar por 1 segundo el botón de ajustes, este modo se encarga de configurar horas y minutos de ambas raciones además de los gramos de cuido deseados para cada ración de alimento como se muestra en las ilustraciones 48, 49, 50 respectivamente.

Ilustración 48 Simulación del sistema general en modo ajustes (hora ración 1).

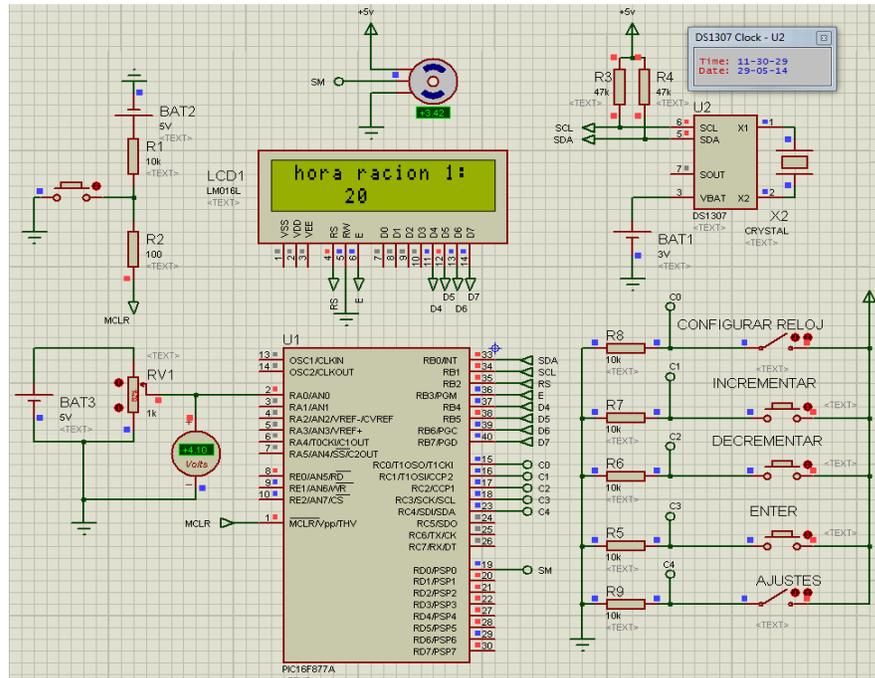


Ilustración 49. Simulación del sistema general en modo ajustes (minutos ración 1).

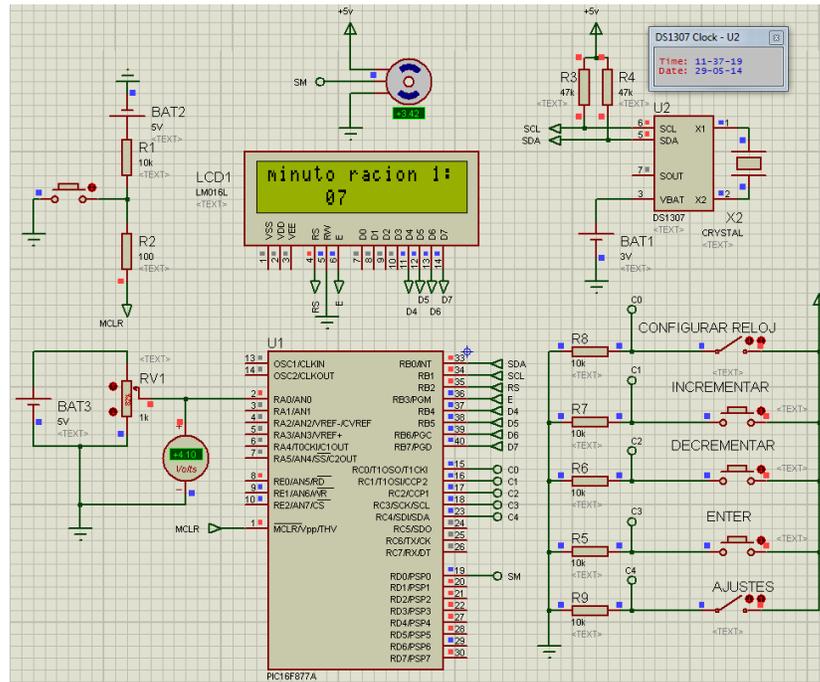
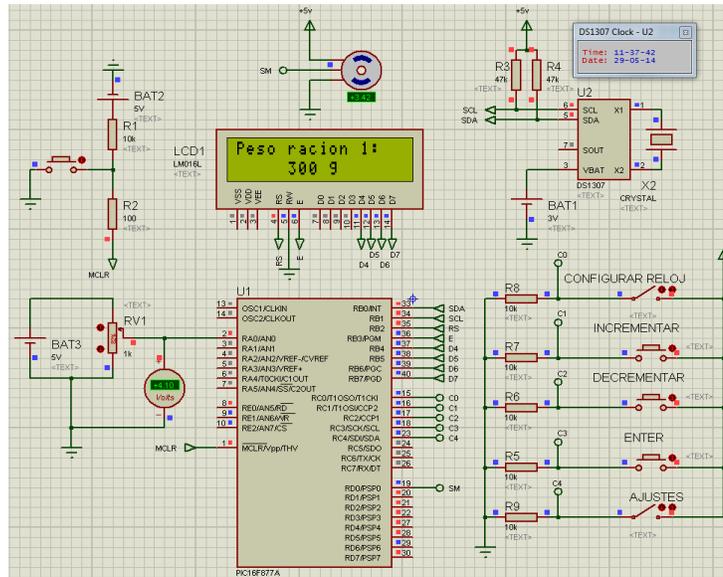
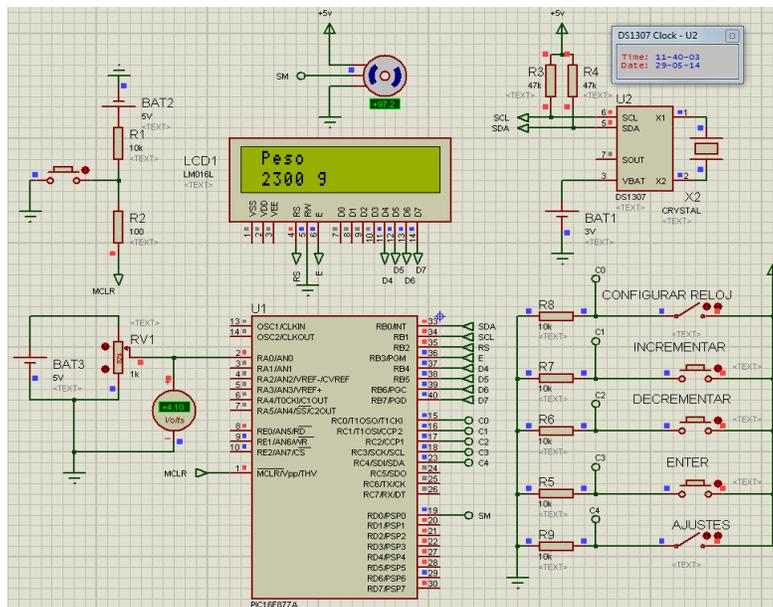


Ilustración 50. Simulación del sistema general en modo ajustes (peso de ración1).



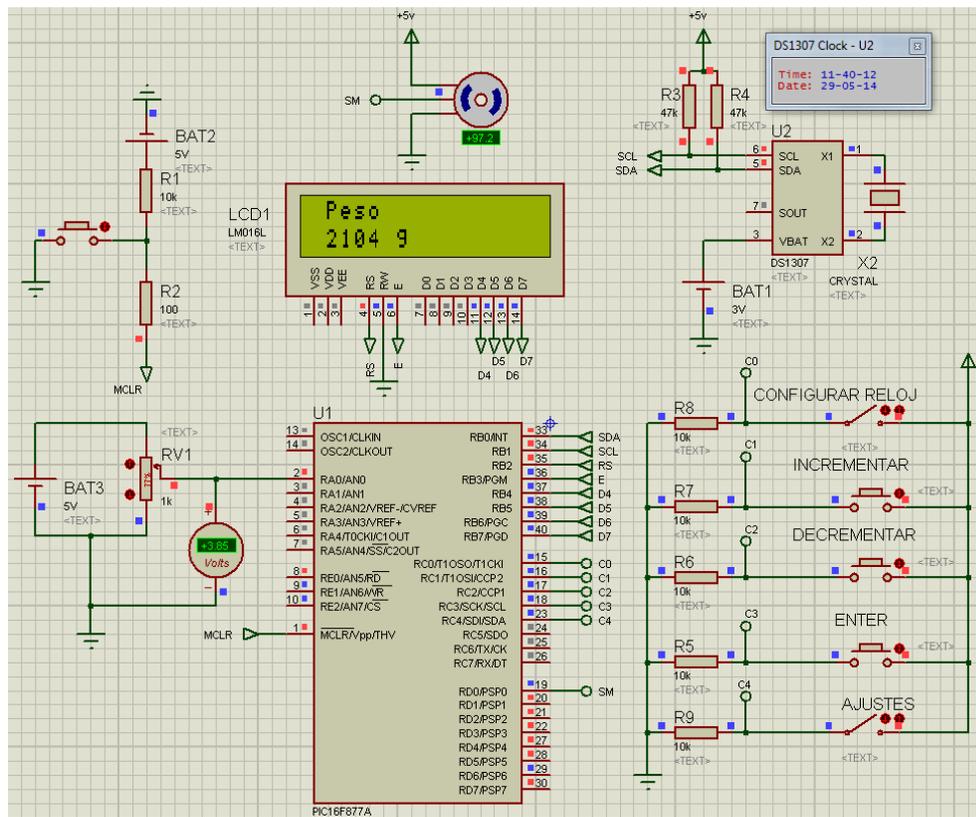
Cuando se haya cumplido los tiempos configurados el sistema realizara la dosificación programada por el usuario permitiéndole visualizarlo en la LCD como se observa en la ilustración 51.

Ilustración 51. Simulación del sistema general en condición de ración. (Servo en 90°)



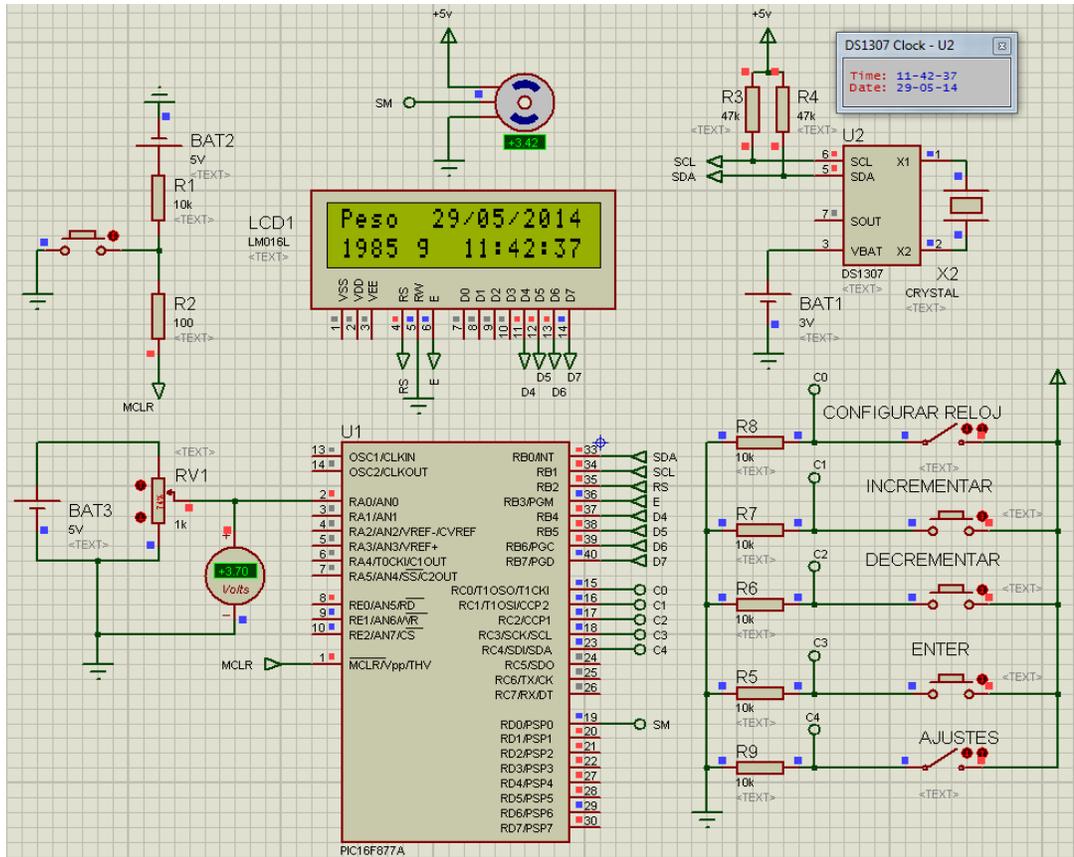
Al realizar la apertura se podrá visualizar la variación del peso almacenado en la tolva por el flujo másico generado como se puede observar en la ilustración 52.

Ilustración 52. Simulación del sistema general en condición de ración (servo en 90°).



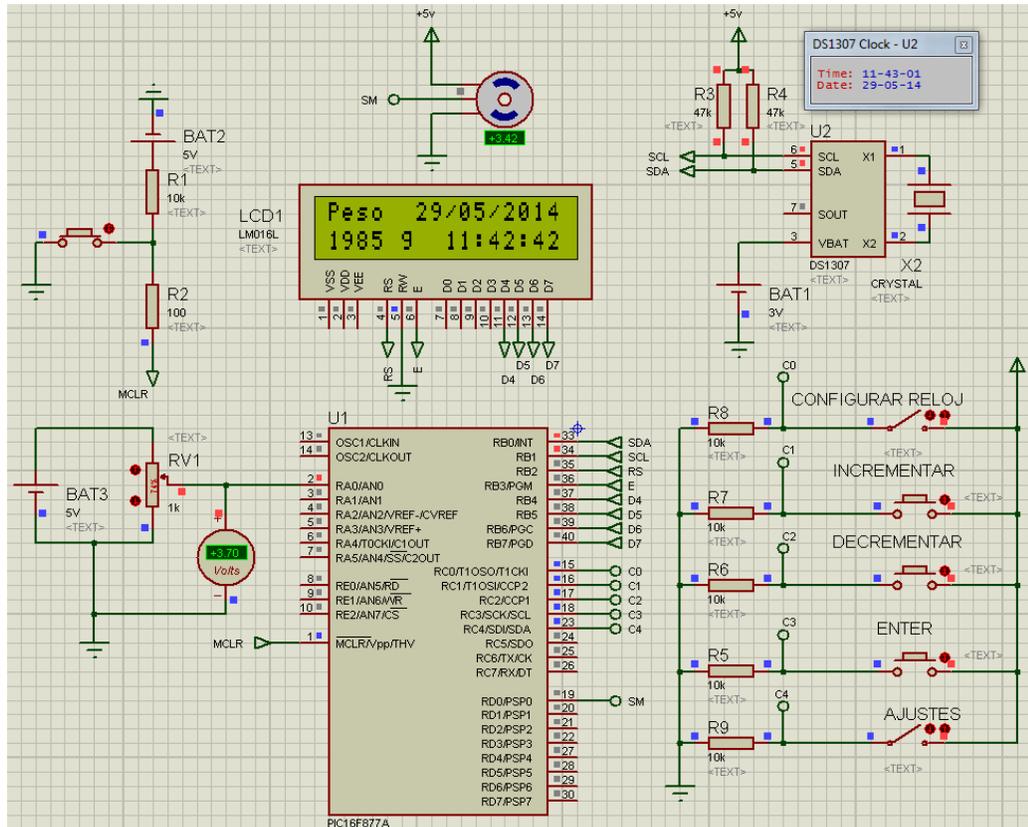
Después de la configuración el servo volverá a su posición inicial y el sistema a su estado normal de operación como se muestra en la ilustración 53.

Ilustración 53. Simulación del sistema general en modo de operación normal (después de la rasi3n, servo en 0°).



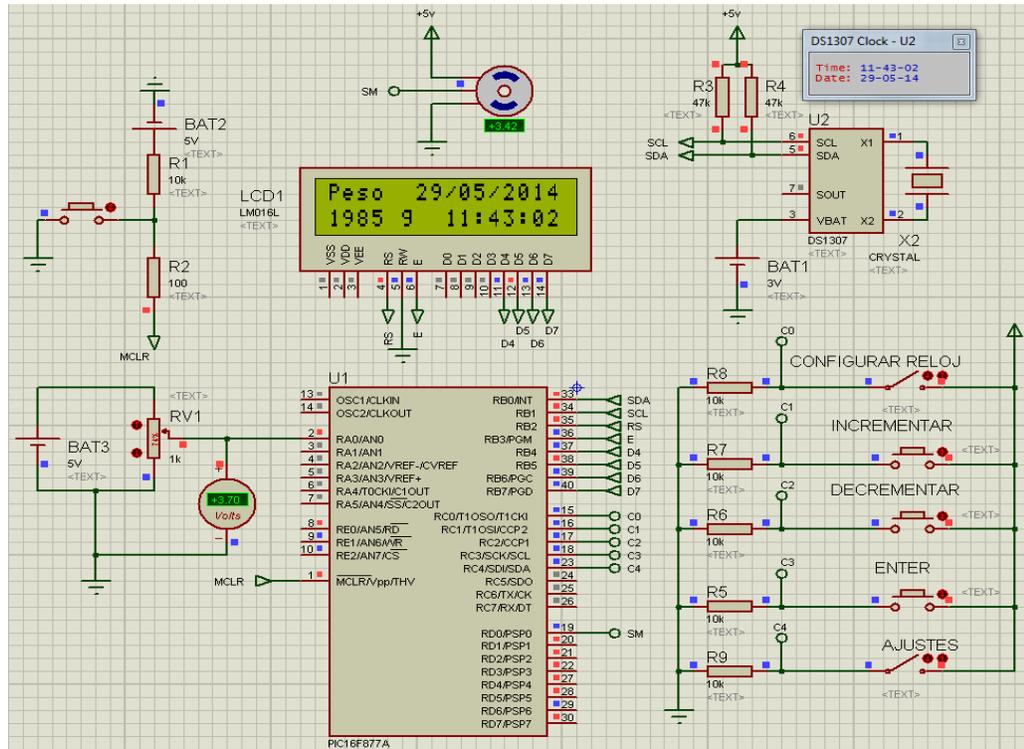
En la ilustraci3n 54 se puede observar la prueba realizada al sistema cuando se encuentra con falla de tensi3n general.

Ilustración 54. Simulación del sistema general con ausencia de tensión.



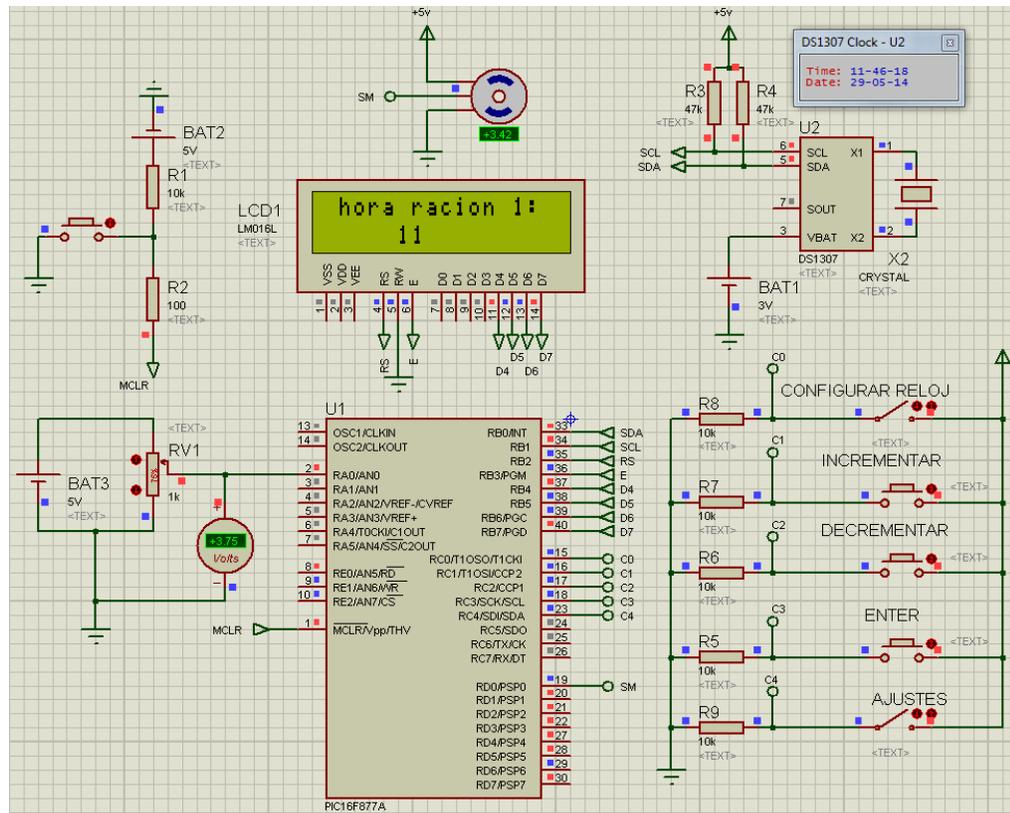
Cuando la falla ocurre el sistema de control se apagará por completo pero la batería de el RTC DS1307 conmuta a su fuente de alimentación alterna, permitiéndole así no perder los parámetros de tiempo que fundamentales para el control del sistema; además los tiempos que fueron ajustados no se perderán ya que estos quedaron almacenados en la memoria no volátil RAM. Como se observa en la ilustración 55

Ilustración 55. Simulación del sistema general después de la falla de tensión.



Para verificar que los datos han sido guardados en la memoria interna del PIC se ingresa de nuevo al modo de ajustes y se puede observar que los datos ajustados no se perdieron tras la falla de tensión del sistema como se puede observar en la ilustración 56.

Ilustración 56. Simulación del sistema general después de la falla de tensión (verificación de datos almacenados en memoria no volátil)



8.2 Estructura

8.2.1 Partes de la estructura

La estructura está dividida en 3 secciones; en la parte superior se encuentra la tolva totalmente sostenida por la celda de carga con el fin de medir siempre solamente el peso almacenado hay, en la parte del medio esta ubicado el servomotor que se encarga de seccionar cuando sea debido ordenado por el sistema de control y en la parte inferior esta el comedero donde finalmente se deposita el alimento para las aves después de hacer la dosificación.

La estructura también cuenta con botones para la interface con el usuario además de la LCD para permitir la visualización al usuario además de la fuente de tensión para el sistema como se puede observar en las ilustraciones 57, 58.

Ilustración 57. Estructura física del prototipo del comedero para aves de engorde.

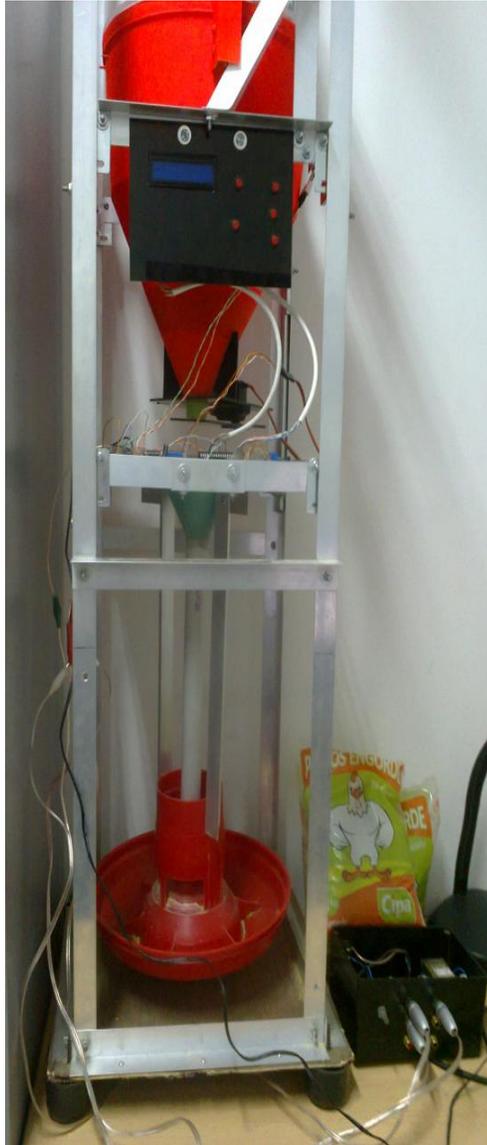
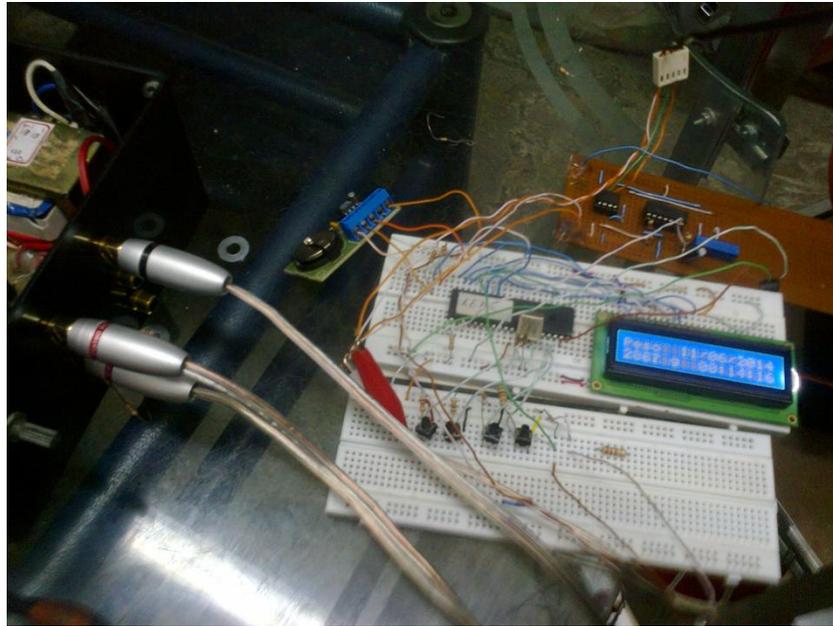


Ilustración 58. Sistema de control físico del prototipo del comedero para aves de engorde.



8.2.2 Parámetros de la estructura

Parámetros de Diseño

Tabla 2. Dimensiones y pesos de partes principales de la estructura

	Tolva	Comedero	Celda de Carga	Servomotor
Altura (cm)	31.5	15.7	2.9	3.8
Ancho (cm)	25.8	26.5	2.3	2.05
Longitud (cm)	25.8	26.5	13	4.1
Peso (g)	980	400	200	38

Segmentos ajustables para la tolva y el comedero:

Se debe ajustar diariamente la altura del comedero para que la base de este se nivele con el dorso de los pollos.

Altura mínima del comedero=5.5cm.

Altura mínima de la tolva = 40 cm.

Altura máxima del comedero con respecto al suelo=35cm.

Altura máxima de la tolva = 110 cm.

El peso máximo del alimento (en el último día) que debe ser capaz de almacenar la tolva depende de la cantidad de pollos que se vayan a criar y del límite establecido por las dimensiones de la tolva.

8.3 Conclusiones y recomendaciones

- En la simulación del sistema global por medio del software proteus funciono adecuadamente, pero debemos tener en cuenta que no se puede notar el efecto del ruido aleatorio en el sistema de adquisición de datos en la prueba física.
- Las pruebas por bloques realizadas fueron de gran utilidad para poder realizar el sistema global.
- La programación por medio de funciones nos permitió organizar la estructura del programa con mayor facilidad, reducir el número de líneas de código en el programa principal y evitar el desbordamiento de la memoria ROM.
- La forma de ingresar a los modos presionando el pulsador por un segundo, se decidió así para evitar problemas de ejecución del programa.
- el ruido en la medida del peso del alimento almacenado causa una fluctuación en la medida, se pudo solucionar con la implementación del filtro de promedio móvil.
- El flujo másico de alimento que va hacia el comedero no se vio afectado debido a la disposición física que se le dio a la estructura.
- Se recomienda no realizar raciones de más de 800 g por restricción del comedero podría haber un posible rebose.

- Se recomendaría fijar un empaque alrededor de la tapa para reducir las afectaciones por el medio en el que trabaja.

9 BIBLIOGRAFIA

- Andres Orellana, K. R. (08 de 08 de 2007). *youtube*. (T. D. Control, Productor, & Universidad Politecnica Saleciana) Recuperado el 08 de 03 de 2013, de Control Automatico De Un Comedero Para Aves De Corral: <http://www.youtube.com/watch?v=oTiPPVcUMvA>
- AUTOMATIZANDO S.A.S. (22 de 08 de 2013). Catalogo celda de carga 5k. pereira, colombia.
- Avendaño., M. S. (2006). FUNDAMENTOS DE INSTRUMENTACIÓN. Manizales.
- AVIAGEN. (30 de 09 de 2009). Manual De Pollo De Engorde Ross. Obtenido de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossManualManejoPolloEngordeRoss-2009.pdf.
- DALLAS SEMICONDUCTOR. (s.f.). *Datasheetcatalog.com*. Recuperado el 23 de 05 de 2014, de DS1307 64 x 8 Serial Real-Time Clock: <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/maxim/DS1307.pdf>
- DEVICES, A. (15 de 04 de 2014). *Amplificador De Instrumentacion AD620*. Obtenido de http://www.datasheetcatalog.com:8080/pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/analogdevices/105505445AD620_e.pdf
- Duque, E., Avendaño, L. E., & Rodriguez, L. A. (s.f.). Filtro Digital con Pic. *Electronica y Computadores N° 70 CEKIT(70)*, 4.
- F. Ebel, S. I. (24 de 06 de 2011). Recuperado el 2013 de Abril de 01, de FUNDAMENTOS DE LA TECNICA DE AUTOMATIZACION.: http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/nwt/fb/atechnik/grundlagen/es/kapitel/563062_Fundamentos_de_la_tecnica_de_automatizacion.pdf
- Irving I, K. P. (1993). *Máquinas eléctricas y transformadores 2da edición*. Mexico: PRENTICE HALL HISPANOAMERICANA, S.A. Obtenido de http://books.google.com.co/books?id=5hJzpimPyXQC&pg=PA429&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true
- McGraw-hill. (22 de Abril de 2008). *INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DIGITALES*. Recuperado el 2013 de Abril de 15, de <http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/844817156X.pdf>
- Microchip Technology inc. (Enero de 1997). *Datesheetcatalog.com*. Recuperado el 23 de 05 de 2014, de Datasheet PIC16F877A: <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/microchip/33023a.pdf>

Osorio, E. O. (28 de Septiembre de 1999). *COMEDEROS PARA POLLOS AVICORVI*. Recuperado el 15 de Febrero de 2013, de <http://www.avicorvi.com/productos.html>

Tower Pro. (s.f.). *catalogo servo motor SG-5010*. Recuperado el 20 de 09 de 2013, de [Towerpro.com:
http://www.towerpro.com.tw/viewitem1.asp?sn=598&area=50&cat=159](http://www.towerpro.com.tw/viewitem1.asp?sn=598&area=50&cat=159)

10 ANEXOS

Anexo 1 Información Zootecnista

Jairo Andrés Londoño Nieto

Zootecnista

MP: 22.191

Trabajo como encargado de la alimentación y el mantenimiento que estos requieren para un lote de 1000 pollos para una empresa de producción de carnes frías.

Anexo 2 Rendimiento mixto en Aves de engorde Ross

Rendimiento Mixto						
Día	Peso corporal (g)	Ganancia diaria (g)	Promedio ganancia diaria/semana (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g)	Conversión alimenticia
0	42					
1	57	15				
2	72	15				
3	89	17				
4	109	20				
5	131	22				
6	155	24				
7	182	27	20.00		161	0.885
8	212	30		38	199	0.939
9	246	34		42	241	0.980
10	281	35		47	288	1.025
11	320	39		51	339	1.059
12	362	42		57	396	1.094
13	407	45		61	457	1.123
14	455	48	39.00	66	523	1.149
15	506	51		73	596	1.178
16	561	55		78	674	1.201
17	618	57		83	757	1.225
18	679	60		89	846	1.248
19	741	63		95	941	1.270
20	806	65		101	1042	1.293
21	874	68	59.86	107	1149	1.315
22	944	70		114	1263	1.338
23	1017	73		119	1382	1.359
24	1093	76		125	1507	1.379
25	1170	77		131	1638	1.400
26	1249	79		136	1774	1.420
27	1329	80		143	1917	1.442
28	1412	83	76.86	148	2065	1.462
29	1496	84		154	2219	1.483
30	1581	85		159	2378	1.504
31	1667	86		164	2542	1.525
32	1754	87		170	2712	1.546
33	1843	89		174	2886	1.566
34	1932	89		179	3065	1.586
35	2021	89	87.00	183	3248	1.607

(AVIAGEN, 2009)

Anexo 3 Rendimiento mixto en Aves de engorde Ross (continuación)

Rendimiento Mixto (continuación)						
Día	Peso corporal (g)	Ganancia diaria (g)	Promedio ganancia diaria/ semana (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g)	Conversión alimenticia
36	2111	90		188	3436	1.628
37	2201	90		192	3628	1.648
38	2291	90		196	3824	1.669
39	2382	91		200	4024	1.689
40	2472	90		203	4227	1.710
41	2562	90		207	4434	1.731
42	2652	90	90.14	210	4644	1.751
43	2741	89		213	4857	1.772
44	2830	89		215	5072	1.792
45	2919	89		218	5290	1.812
46	3006	87		221	5511	1.833
47	3093	87		223	5734	1.854
48	3179	86		224	5958	1.874
49	3264	85	87.43	227	6185	1.895
50	3348	84		228	6413	1.915
51	3431	83		229	6642	1.936
52	3512	81		230	6872	1.957
53	3593	81		232	7104	1.977
54	3672	79		233	7337	1.998
55	3751	79		234	7571	2.018
56	3828	77	80.57	234	7805	2.039
57	3904	76		235	8040	2.059
58	3978	74		235	8275	2.080
59	4051	73		236	8511	2.101
60	4123	72		236	8747	2.122
61	4193	70		236	8983	2.142
62	4262	69		236	9219	2.163
63	4330	68	71.71	235	9454	2.183
64	4396	66		235	9689	2.204
65	4461	65		235	9924	2.225
66	4524	63		234	10158	2.245
67	4586	62		234	10392	2.266
68	4647	61		233	10625	2.286
69	4706	59		232	10857	2.307
70	4764	58	62.00	232	11089	2.328

(AVIAGEN, 2009)

Anexo 4 Información técnica PIC16F877A

Alto rendimiento de la CPU en arquitectura RISC

- Solo 35 instrucciones de una sola palabra para aprender.
- Velocidad de operación:
 - DC - 20MHz entrada del reloj
 - DC – 200ns ciclo de instrucción
- Hasta 8K x 14 palabras de memoria de programa flash
- Hasta 368 x 8 bytes de memoria de datos (RAM),
- Hasta 256 x 8 bytes de memoria de datos EEPROM
- Configuración de pines compatible con 28 pines o 40/44-pines de micro controladores PIC16CXXX y PIC16Fxxx.

Características de los periféricos.

- Timer0: 8-bit del temporizador / contador con 8 bits prescaler.
- Timer1: 16-bit del temporizador / contador con prescaler.
- Timer2: 8-bit del temporizador / contador con periodo de 8 bits registro, prescaler y postscaler.
- Dos de captura, comparar, módulos PWM:
 - Captura es de 16 bits, máx. Resolución es de 12.5 nS.
 - Comparar es de 16 bits, máx. Resolución es de 200 nS.
 - PWM Max. Resolución es de 10 bits.
- Puerto serial síncrono (SSP) con SPI (Modo Maestro) y I2C (maestro / esclavo).
- Receptor transmisor universal asincrónico síncrono (USART / SCI) con dirección de detección de 9 bits.
- Puerto paralelo esclavo (PSP) - 8 bits de ancho con controles externos RD, WR y CS (40/44-pines solamente).

Características análogas:

- 10 bits, hasta 8 canales de Convertidor análogo a digital (A / D).
- Módulo con comparador análogo:
 - Dos comparadores analógicos.
 - Módulo programable de tensión de Referencia en el chip (VREF).
 - Entrada programable de Multiplexación de dispositivos de entradas y tensión interna de referencia.
 - Salidas del comparador son accesibles externamente.

Características especiales del micro controlador:

- 100000 ciclos de borrado / escritura en una típica memoria programa Flash mejorada.
- 1000000 de Ciclos de borrado / escritura de datos en la memoria EEPROM.
- Retención de los datos EEPROM > 40 años.
- Auto-reprogramable bajo control de software.
- Programación serial (ICSP™) a través de dos pines.
- Protección de código programable.
- Modo de sueño para ahorro de energía.
- Opciones seleccionables del oscilador.

(Microchip Technology inc, 1997)

Anexo 5 características del reloj en tiempo real DS1307

Características:

- Reloj en Tiempo real cuenta segundos, minutos, horas, fecha del mes, mes, día de la semana, año con año bisiesto referenciado y compensación válida hasta el año 2100.
- 56-byte, batería de respaldo, RAM no volátil para almacenamiento de datos.
- Interfaz serial de dos hilos.
- Onda cuadrada a la salida programable.
- Circuito que conmuta de forma automática al detectar un fallo de energía para ser alimentado por una pila de 3 voltios y no perder sincronismo.
- Consume menos de 500 nA en modo de batería y con el oscilador operando.

Descripciones de las señales:

- Vcc, tierra: la tensión DC es proveída al dispositivo en estos pines Vcc es la entrada de +5V cuando los 5V son aplicados dentro de sus límites normales el dispositivo está totalmente disponible y los datos pueden ser escritos y leídos cuando una batería de 3V es conectada al dispositivo y Vcc está por debajo del 125% de la batería las lecturas y las escrituras son deshabilitadas la función que mantiene el tiempo continua sin ser afectada por la entrada baja de tensión. Cuando Vcc cae por debajo de la tensión de la batería la RAM y la memoria que mantiene el tiempo son conmutadas a una fuente de tensión externa (nominal 3V DC).

- Vbat: la entrada a la batería para cualquier celda estándar de 3V lithium u otra fuente de energía. La tensión de la batería debe ser mantenido entre 2V y 3.5V para una operación apropiada. Esta entrada es habilitada cuando la entrada de +5V (Vcc) este deshabilitada.
- SCL (Entrada del reloj serial): SCL es usado para sincronizar el movimiento de datos en la interface serial.
- SDA (Entrada o Salida de datos serial): SDA es el pin de entrada o salida para la interface serial de 2 hilos. El pin SDA es drenado abierto lo cual requiere de una resistencia externa en pull up.
- X1, X2: conexiones estándar para un cristal de cuarzo de 32.768 kHz.

(DALLAS SEMICONDUCTOR)

Anexo 6 Información técnica de la celda de carga de 5k.

Tabla 3 Información técnica de la celda de carga

CARACTERISTICAS GENERALES		
Parametros	C3	Unidades
Capacidades (Emax) :	3, 5, 15, 20, 30 y 40	Kg
Intervalos Max. de verificacion (Nlc):	3000	d
Sensibilidad (Cn) :	1.8 ± 0.002	mV/V
Repetibilidad, No linealidad, Histerisis	0.03	± % de la señal de salida
Efecto de temperatura en la sensibilidad (Tkc) :	0.02 / 10	± % de la señal de salida/°C
Efecto de temperatura en el cero (tk0) :	0.02 / 10	± % de la señal de salida/°C
Cero :	1.0	± % de la señal de salida
Resistencia de entrada (Ric) :	400 ± 10	Ohms
Resistencia de salida (Ro) :	352 ± 2	Ohms
Resistencia de aislamiento :	≥ 5000	Mega-Ohms
Limite de sobrecarga :	150	% de la capacidad
Ruptura de celda :	200	% de la capacidad
Rango de temperatura en operación :	-30 a +70	°C
Excitación Recomendada :	10 - 12	VDC
Maxima excitación permitida :	15	VDC
Peso aproximado:	200	g
Material :	Aluminio	
Clase de protección :	IP65	
Cable	Ø5mm x 1m	
Tamaño maximo de plataforma	30 x 30cm	

(AUTOMATIZANDO S.A.S, 2013)

Anexo 7 Características técnicas del amplificador de instrumentación AD620

Características:

- Ajuste de ganancia con una resistencia externa (rango de ganancia de 1 a 10000).
- Un rango de alimentación de tensión D ($\pm 2.3V$ a $\pm 18V$).
- Bajo consumo, corriente máxima 1.3 mA.
- Excelente desempeño DC (grado B).
50 μV máximo tensión de entrada de compensación
0.6 μV por $^{\circ}C$ máximo.
1nA máximo.
- 100 dB mínimo modo común mínimo radio del modo común de rechazo (G=10).
- Bajo ruido.
9 nV/Hz, tensión del ruido a la entrada.
0 Excelentes especificaciones AC.
- Ancho de banda 120KHz (G=100)
- 15 μS tiempo de ajuste a 0.01%

(DEVICES, 2014)

Anexo 8 Características generales del servomotor sg5010

Ilustración 59 Características generales del servomotor sg5010

Basic Information		Adicional Specifications	
Modulation:	Analog	Rotational Range:	180°
Torque:	4.8V: 111.1 oz-in (8.00 kg-cm)	Pulse Cycle:	20 ms
	6.0V: 152.8 oz-in (11.00 kg-cm)	Pulse Width:	600-2400 μs
Speed:	4.8V: 0.17 sec/60°	Connector Type:	? (add)
	6.0V: 0.14 sec/60°		
Weight:	1.34 oz (38.0 g)		
Dimensions:	Length: 1.58 in (40.1 mm)		
	Width: 0.80 in (20.3 mm)		
	Height: 1.70 in (43.2 mm)		
Motor Type:	3-pole		
Gear Type:	Plastic		
Rotation/Support:	Dual Bering		

(Tower Pro)