



ITSON
Educar para
Trascender

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO
DE UNA FERTILIZADORA AGRÍCOLA**

**TITULACIÓN POR TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

PRESENTA

JESÚS ANTONIO GARCÍA PICOS

CD. OBREGÓN, SONORA NOVIEMBRE DEL 2009.

DEDICATORIA

A mis padres por ser las personas más importante en mi vida, por darme su apoyo incondicional en todo momento, por ser mi fortaleza para hacerle frente a la vida.

A Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida y poderme realizar como profesionalista.

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por prestarme vida para terminar con este ciclo de manera exitosa y por todas las experiencias de vida que nos ha permitido vivir.

A mis padres: Por darme la vida y por tratar de darme lo mejor para educarnos, por su cariño y comprensión gracias.

A mis hermanas: Por ser las personas con las que se que voy a contar toda la vida, por que en los momentos difíciles, no hay como resolver las cosas como familia.

A mi novia: Cinthia Sandoval, por tu apoyo en todo momento y que gracias a las presiones que me tuviste que hacer pude sacar adelante este trabajo, por tu paciencia, cariño y amor gracias.

A mis revisores: Enrique Aragón, Griselda González, Raymundo Márquez, por su apoyo y paciencia en la realización de este proyecto.

A mis maestros: Por darme la enseñanza y tener la paciencia en compartir sus conocimientos y amistad.

A mis amigos: Josué, Pedro, Carlos, por estar siempre conmigo cada vez que los necesito, amigos como ustedes no en todos lados se encuentran, gracias plebes.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo, constituye la aplicación de un sistema de control y monitoreo a un implemento agrícola “Fertilizadora”, este implemento es utilizado en varios cultivos, unos de los principales es el trigo. El uso que se le da a este implemento es parte vital en la producción de trigo, por lo tanto, este debe de ser calibrado de una manera muy precisa para obtener un buen esparcido del fertilizante, el problema fundamental de este implemento es que no cuenta con un control de flujo del fertilizante, esto hace que al esparcir el producto no sea uniforme, además la fertilizadora no cuenta con un monitoreo para saber la labor que lleva hecha, lo cual es de vital importancia para el productor, ya que esto ayuda a saber si las dosis aplicadas fueron las correctas. El prototipo que se propone cuenta con un microcontrolador PIC16F628, el cual es el cerebro que se encarga de recibir una señal de entrada la cual es analizada por el microcontrolador y esta a su vez envía una señal de salida la cual se encarga de controlar el implemento, y esta a su vez controla una pantalla el cual despliega los datos recibidos del sistema. Esto sin duda alguna redundará en el mejor funcionamiento del implemento agrícola, y se obtiene una mayor eficiencia en el uso del fertilizante.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Índice.....	iv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Objetivos.....	3
1.5 Limitaciones.....	4

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Fertilización de Cultivos.....	5
2.1.1 Propósito del uso de fertilizantes.....	5
2.1.2 Tipos de fertilizantes.....	6
2.1.3 Métodos de fertilización.....	6
2.2 Fertilización de cultivos: nuevas prácticas.....	6
2.2.1 Cultivos fertilizados	6
2.2.2 Dosis de fertilización.....	7
2.2.3 Desarrollo de logística.....	7
2.2.4 Formas de aplicación.....	8

2.3 Fertilizadoras.....	9
2.3.1 Fertilizadora estándar.....	10
2.3.2 Mecanismos dosificadores.....	10
2.3.3 Aplicación al voleo.....	12
2.3.4 Fertilizadoras centrífugas.....	12
2.4 Método de fertilización.....	15
2.5 Calibración.....	18
2.6 Fertilizadoras electrónicas.....	20
2.6.1 Equipamiento serie DPX.....	20
2.6.2 Schiarre Tekno Electroniq Sembradora Fertilizadora electro- neumática de granos finos y gruesos.....	21
2.6.2.1 ¿Cómo funciona?.....	22
2.6.2.2 ¿Qué elementos se eliminan de una sembradora convencional?.....	23
2.6.2.3 Características mecánicas.....	23
2.6.2.4 Características agronómicas.....	24
2.7 Sensores magnéticos.....	24
2.7.1 Principio de funcionamiento.....	25
2.7.2 Sensor Reed Switch.....	25
2.7.3 Descripción del sensor.....	26
2.8 Pantalla LCD (pantalla de cristal líquido).....	26
2.8.1 Descripción.....	27
2.8.2 Funcionamiento.....	28
2.9 Microcontrolador.....	29
2.9.1 Funciones especiales de algunos microcontroladores.....	30
2.9.2 Ventajas y desventajas de un microcontrolador pics.....	30
2.9.3 ¿Por qué escoger el microcontrolador PIC?.....	31
2.9.4 Microcontrolador PIC 16F268.....	31
2.9.4.1 Características principales.....	32
2.9.4.2 Puertos del PIC 16F628.....	33
2.10 MPLAB.....	34

2.10.1 Las herramientas del MPLAB.....	35
2.10.2 Software ensamblador.....	35
2.10.3 Directivas de uso frecuente.....	37
2.11 PROTEUS.....	37
2.11.1 Principales características del sistema PROTEUS.....	38
2.11.2 ISIS.....	38
2.11.3 ARES.....	39
2.12 Software del programador.....	40

CAPÍTULO III

MÉTODO Y MATERIALES

3.1 Campo.....	42
3.2 Materiales.....	42
3.3 Procedimiento.....	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados	46
4.2 Partes principales del equipo.....	47
4.3 Construcción del sistema.....	48
4.3.1 Selección del microcontrolador.....	49
4.3.2 Selección del sensor.....	49
4.3.3 Actuador.....	50
4.3.4 Pantalla de despliegue (LCD).....	51
4.4 Diagrama de flujo del sistema.....	51
4.5 Programación del sistema en Mplab.....	53
4.6 Pruebas en Proteus.....	55
4.7 Circuito Impreso.....	58

4.8 Costos de implementación.....	59
-----------------------------------	----

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
--	-----------

5.1 Conclusiones.....	61
-----------------------	----

5.2 Características de los dispositivos de implementación... ..	62
---	----

5.3 Recomendaciones.....	62
--------------------------	----

5.4 Mejoras que pueden ser agregadas al proyecto.....	64
---	----

BIBLIOGRAFÍA.....	65
--------------------------	-----------

ANEXO 1 (Fertilizadora Electrónica).....	67
--	----

ANEXO 2 (Código del Programa).....	68
------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Uso de fertilizantes.....	7
Figura 2.2. Fertilización en superficie, distribución de una fertilización de platos y una distribución con botalón (líquidos con pulverizadora, sólidos con neumáticas).....	9
Figura 2.3. Fertilizadora estándar.....	10
Figura 2.4. Rueda de estrella.....	11
Figura 2.5. Tornillo sinfín.....	12
Figura 2.6. Fertilizadora monodisco.....	13
Figura 2.7. Fertilizadora doble disco.....	14
Figura 2.8. Fertilizadora pendular.....	15
Figura 2.9 Muestra del ancho de aspersion de la fertilizadora.....	17
Figura 2.10. Sistema de Rodillo.....	18
Figura 2.11. Regulación electrónica VISION WPB.....	21
Figura 2.12. Schiarre Tekno Electroniq Sembradora Fertilizadora.....	22
Figura 2.13. Sensor magnético.....	25
Figura 2.14. Reed-switch.....	26
Figura 2.15. Módulo LCD.....	27
Figura 2.16. Conexionado de LCD con bus de 4bits.....	28
Figura 2.17. Diagrama interno de un microcontrolador.....	29
Figura 2.18. Pines de I/O (Entrada/Salida).....	33
Figura 2.19. Pantalla de MPLAB en Windows.....	35
Figura 2.20. Pantalla principal de ISIS.....	39
Figura 2.21. Pantalla principal de ARES.....	40
Figura 2.22. Interfaz usuario y equipo.....	41
Figura 3.1. Gráfica del funcionamiento del sistema.....	44
Figura 4.1. Diagrama a bloques del sistema.....	48
Figura 4.2. Microcontrolador PIC16F628.....	49
Figura 4.3. Sensor magnético reed switch.....	50
Figura 4.4. Diagrama de Flujo.....	52

Figura 4.5. Ensamblado de un programa.....	53
Figura 4.6. Menú para entrar en la ventana de estímulos.....	54
Figura 4.7. Ventana de match.....	55
Figura 4.8. Pruebas en ISIS Proteus.....	56
Figura 4.9. Pruebas con herramientas proteus.....	56
Figura 4.10. Ventana de osciloscopio en Proteus.....	57
Figura 4.11. Circuito impreso.....	58
Figura 4.12. Circuito implementado.....	59

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el sur de Sonora se trabaja fuertemente en la agricultura y uno de los productos que más se cultiva en el valle del yaqui es el trigo. El trigo es un cereal que se siembra en el periodo de invierno y se cosecha en verano, que es la temporada que favorece a este producto. Una de las etapas más laboriosas de este cultivo, es la de siembra, en la cual los trabajos se intensifican y esto puede llevar a jornadas largas de trabajo. El trabajo de siembra es una actividad muy costosa, ya que es aquí donde se hacen la mayor parte de los gastos.

Una parte básica de la siembra es la de fertilización del terreno, esta es una etapa fundamental en la agricultura, ya que este elemento es el que le da fuerza, calidad y rendimiento a la planta. Es aquí donde el control del implemento utilizado para realizar esta tarea es importante, para no tener pérdidas económicas y obtener buenos resultados en el cultivo.

La fertilización se realiza de dos formas, la más utilizada es a granel y la otra que es en forma de gas aplicada en el riego. El trabajo se enfocó a la fertilización a granel,

donde es aplicado el fertilizante a la tierra en forma de grano. Este proceso es muy rudimentario, ya que el implemento que se utiliza aquí no tiene un buen control.

La forma mecánica en que funciona este implemento es muy simple, se almacena en un depósito el producto, y este es transportado a la tierra, se abre una compuerta por la cual fluye el producto y este es esparcido por medio de una hélice a la tierra.

Todo esto se hace con ayuda de un tractor, el cual por medio de una toma de fuerza hace girar la hélice; la hidráulica se utiliza para levantar el depósito ya que éste no consta de ruedas, así como ponerlo en un punto fijo y empezar a trabajar.

En este sistema, el usuario debe ir calculando la cantidad a aplicar intuitivamente, con la ayuda de una válvula o compuerta que regula su caudal, lo cual influye en las dosis exactas que se deben aplicar al terreno.

Todos los años se incorpora tecnología a la maquinaria agrícola, haciéndola más sofisticada y más precisa, siempre en la búsqueda de incrementar la rentabilidad. La rentabilidad puede incrementarse de dos formas: ganando volumen en la cosecha o bajando costo de producción. Existen herramientas que permite hacer las dos cosas a la vez, porque al ajustar lo que se da a la tierra de acuerdo a lo que necesita la planta, minimiza los costos en fertilizante y maximiza la cosecha.

1.2 Planteamiento del problema

Uno de los problemas que se ha tenido en el sistema clásico de aplicación de fertilizantes, es que muchas veces el terreno no está en óptimas condiciones para ser trabajado, sin embargo éste se tiene que trabajar, muchas veces para reducir costos de labor de la tierra.

Aquí es donde el sistema no trabaja muy eficientemente, ya que éste es controlado básicamente por la velocidad del tractor y el resto lo hace el flujo constante del

deposito, sin tener un control y sin saber que tanto se lleva aplicado, por consecuencia la aplicación del producto no es uniforme y los cálculos de la dosis apropiada no son los esperados. Es por eso que se necesita tener un monitoreo y control de este implemento. Para lograr esto es necesario implementar un sistema, que ayude a hacer un uso más eficiente de la compuerta en base al monitoreo de la velocidad y el trabajo que se ha realizado.

1.3 Justificación

Con un buen control de la fertilizadora el agricultor obtendrá resultados positivos en su producción, ya que con un buen manejo de este se aprovechan al máximo los recursos, tal es el caso del fertilizante.

Al hacer un buen uso de este recurso se tienen mejores rendimientos y menores desperdicios, que al final para el agricultor es importante ya que estaría reduciendo sus costos de producción y aumentando su utilidad.

Otro punto importante es que con este sistema se optimiza el tiempo de trabajo, ya que la maquina estaría haciendo el trabajo que antes era manual.

Además de usarse como fertilizadora se pueda utilizar como sembradora a voleo, es decir, la semilla será aplicada a la tierra en forma esparcida, esto le da al agricultor el beneficio de usarlo como fertilizadora o sembradora, ya que el sistema se adapta a esas necesidades.

1.4 Objetivos

Diseñar un prototipo que permita observar el funcionamiento de un sistema de control y monitoreo de una fertilizadora agrícola para hacer uso efectivo de los recursos. Donde el agricultor podrá observar las ventajas que se tienen al implementar el sistema.

1.5 Limitaciones

En este trabajo se tomó en cuenta el desarrollo de la automatización de la compuerta y monitoreo del implemento agrícola.

Se calibrará dicho implemento para una sola aplicación por hectárea, la dosis será la más usual por todos los productores.

El uso que se pretende dar, es para la producción de trigo, el terreno a trabajar debe estar lo más cuadrado posible.

El sistema funcionará correctamente cuando el fertilizante esté en muy buenas condiciones, es decir, que el producto no venga con imperfecciones, como basura.

El diseño del sistema esta basado en un prototipo por lo que los dispositivos utilizados puede que no sean los apropiados para una implementación real.

El sistema solo contemplará el control para la abertura de la compuerta, así como el monitoreo de hectáreas fertilizadas y kilogramos de fertilizante usado durante el proceso.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se explican los diferentes tipos de fertilizadoras en el mercado, su funcionamiento y características de los mismos, como lo son las fertilizadoras de voleo, las fertilizadoras de sólidos y la forma de aplicación de cada una. Se da una breve explicación de cómo calibrar la fertilizadora a voleo, algunos de los factores de diseño del equipo que influyen en el ancho operativo, es decir, las causas que pueden alterar la aplicación uniforme del fertilizante. Se detalla algunos de los dispositivos utilizados en el sistema, como la pantalla de LCD, los microcontroladores PIC y sensor.

2.1 Fertilización de cultivos

Según Taboada y Álvarez (2008) Fertilizante: Es cualquier sustancia que se añade al suelo para suministrar uno o más nutrimentos esenciales para las plantas o mejorar la fertilidad del suelo. También incluye aquellos de aplicación aérea que la planta puede aprovechar a través del follaje.

2.1.1 Propósito del uso de fertilizantes

- Suplementar el suministro natural del suelo.
- Compensar la pérdida de nutrientes por extracción del cultivo, lavado o fijación.

2.1.2 Tipos de fertilizante

Químicos: Son sustancias que se presentan en la naturaleza como tales o son obtenidos por procesos químicos.

Orgánicos: Son restos en descomposición como el estiércol, restos de cultivos cosechados.

2.1.3 Métodos de fertilización

Fertilización al suelo: Es la colocación del fertilizante en el suelo, ya sea al voleo, en banda o mateado.

Fertilización en riego rodado: Aplicación del fertilizante a través del agua de riego, se coloca la fuente de fertilización antes de un punto turbulento para la disolución.

Fertilización en riego presurizado: Es el uso de soluciones de fertilizantes que se inyectan en el sistema de riego, también se le conoce como fertirrigación.

Fertilización foliar: Es la aplicación de soluciones nutritivas al follaje.

2.2 Fertilización de cultivos: nuevas prácticas

Según Revista FertiPASA de PASA Fertilizantes de Petrobras (2006), nos dice que el uso de fertilizantes ha tenido un crecimiento importante, asociado a una mayor proporción de cultivos fertilizados y a una mayor dosis por hectáreas. Sin embargo, este incremento aún no ha logrado reponer proporcionalmente al suelo los nutrientes que se le extraen.

2.2.1 Cultivos fertilizados

El uso de fertilizantes se ha incrementado en los últimos 15 años. El análisis a través del tiempo destaca, que de 1992 a 2005 (ver figura 2.1) los principales cultivos

fertilizados eran de tipo intensivo, siendo principalmente caña de azúcar, hortalizas y frutales. Por otro lado, los primeros cultivos extensivos en fertilizarse masivamente han sido el trigo y el maíz, registrándose en los últimos años una tendencia cada vez más creciente por parte de los productores a fertilizar también el cultivo de soja.

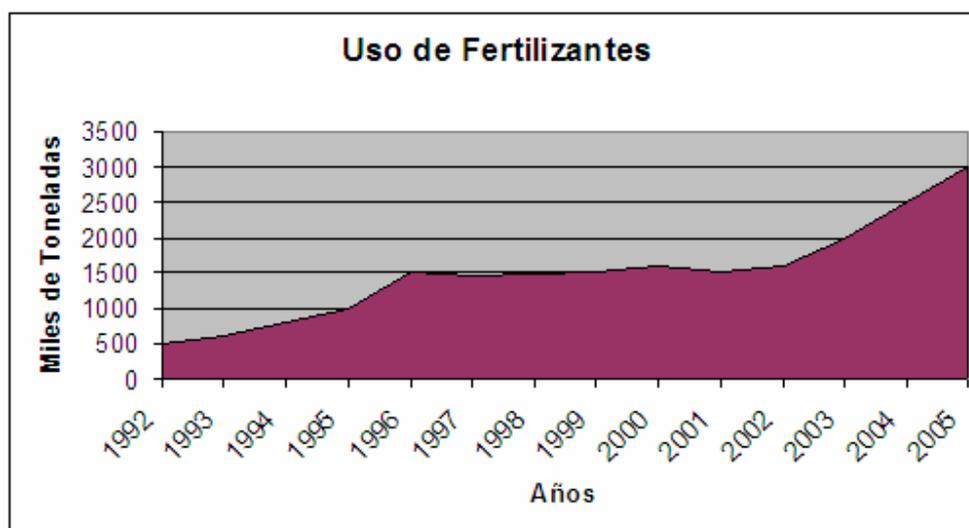


Figura 2.1. Uso de fertilizantes

2.2.2 Dosis de fertilización

El aumento de dosis de fertilización se debe a un doble efecto, por un lado, mayor necesidad de nutrientes por un aumento en los rendimientos, por otro lado, menor oferta de nutrientes debido al desgaste de los suelos.

El rendimiento promedio de maíz y trigo es coincidente con el aumento de la fertilización y debemos tener en cuenta que los aumentos proyectados de rendimiento van claramente asociados a la mayor incorporación entre otras tecnologías de fertilizantes.

2.2.3 Desarrollo de logística

Con el desarrollo de volumen de mercado, se generaron desarrollos en los productos y los envases. Esto es lógico porque las mayores dosis por hectárea obligan a

manejar dentro de los establecimientos agropecuarios gran cantidad de toneladas de fertilizante. El caso de la bolsa es paradigmático, es eficiente manejar fertilizantes en bolsas cuando las cantidades son pequeñas, ya que no requiere de herramientas especiales para lograrlo. Sin embargo, cuando las dosis son importantes, es más eficaz cambiar hacia herramientas que nos permitan mover gran cantidad de fertilizantes con poco esfuerzo. Es este sentido se desarrollaron inversiones especiales para manejar los fertilizantes a granel, tanto en sólidos como en líquidos.

2.2.4 Formas de aplicación

La siembra directa generó cambios importantes en el suelo. Uno de estos cambios genera un aumento en la volatilización de los fertilizantes aplicados en superficie en cultivos. Los ensayos demostraron desde un principio la importancia de incorporar la urea en el cultivo de maíz para aumentar su eficiencia de uso. Como esta incorporación debía realizarse sin remover el entresurco, las “incorporadoras” fueron desplazando a los rastrillos con cajones fertilizadores, que se utilizaban en el principio de la década del 90.

En cuanto a las herramientas de fertilización al voleo, las fertilizadoras con uno o dos platos y tolvas mayores a 2000 kilos, reemplazaron a las pendulares con tolvas menores. Por su parte, las fertilizadoras con distribución neumática no han tenido un desarrollo importante hasta la fecha. En cambio, la pulverizadora se ha convertido en una excelente fertilizadora, por su gran capacidad de trabajo, dosificación precisa y homogeneidad de distribución, además están siendo exitosamente adaptadas a la fertilización variable.

En la figura 2.2 se observan dos tipos de fertilizadoras, una por distribución al voleo de sólidos y la otra por distribución de líquidos con botalón, aquí se muestra el ancho de trabajo de cada una de ellas y las partes imprecisas en las cuales las dosis de fertilizantes no fueron las correctas, en la de voleo se observa el límite impreciso entre pasadas, esto ocurre por el mal cálculo de la vuelta del tractor lo cual lleva a una separación más abierta o más cerrada obteniendo ese margen de error. Esto

pasa igual en la distribución por líquido un mal control del tractor te puede llevar a tener dosis diferentes en el terreno a sembrar.

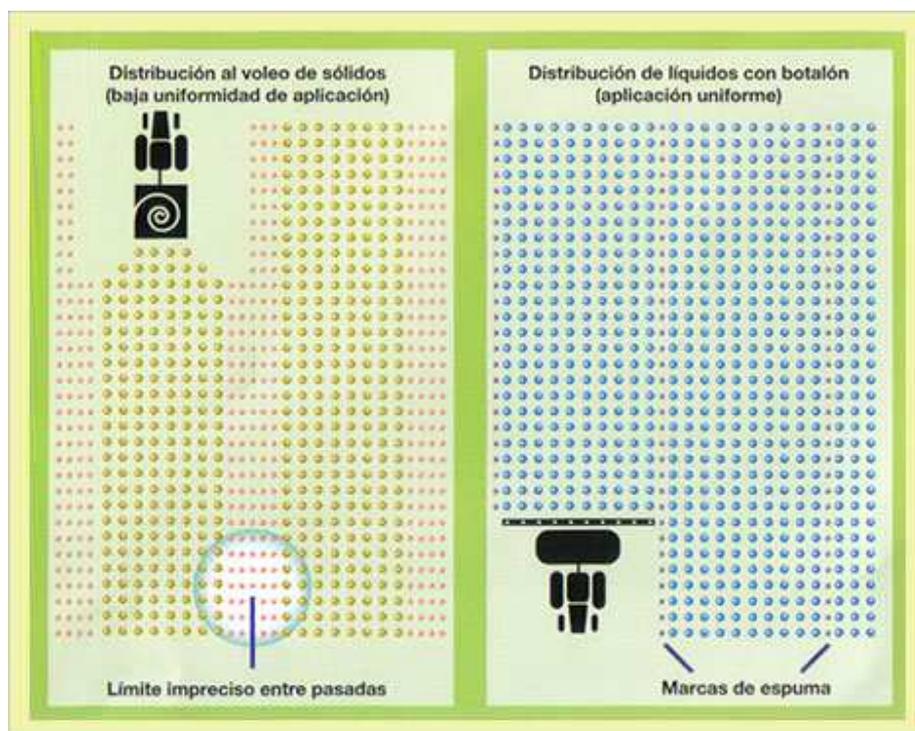


Figura 2.2. Fertilización en superficie, distribución de una fertilización de platos y una distribución con botalón (líquidos con pulverizadora, sólidos con neumáticas).

2.3 Fertilizadoras

Según la Facultad de Agronomía (2008), una fertilizadora es un implemento agrícola, el cual tiene como propósito aplicar dosis de fertilizante al suelo, gracias a este implemento los trabajos que antes eran manuales y muy tardíos, ahora son más rápidos y con mejores aplicaciones al suelo. En la actualidad existen diferentes tipos de fertilizadoras, las cuales son utilizadas como mejor convenga, esperando obtener buenos resultados en los cultivos.

2.3.1 Fertilizadora estándar

Presentan un ancho de trabajo limitado al ancho de la fertilizadora, lo cual las hace convenientemente precisas. En este tipo de fertilizadoras los mecanismos dosificadores están controlados por la rueda, ver figura 2.3; por consiguiente, no importa la velocidad de avance en la dosificación, en tanto que se recomienda trabajar a la mayor velocidad en función de las condiciones del terreno.

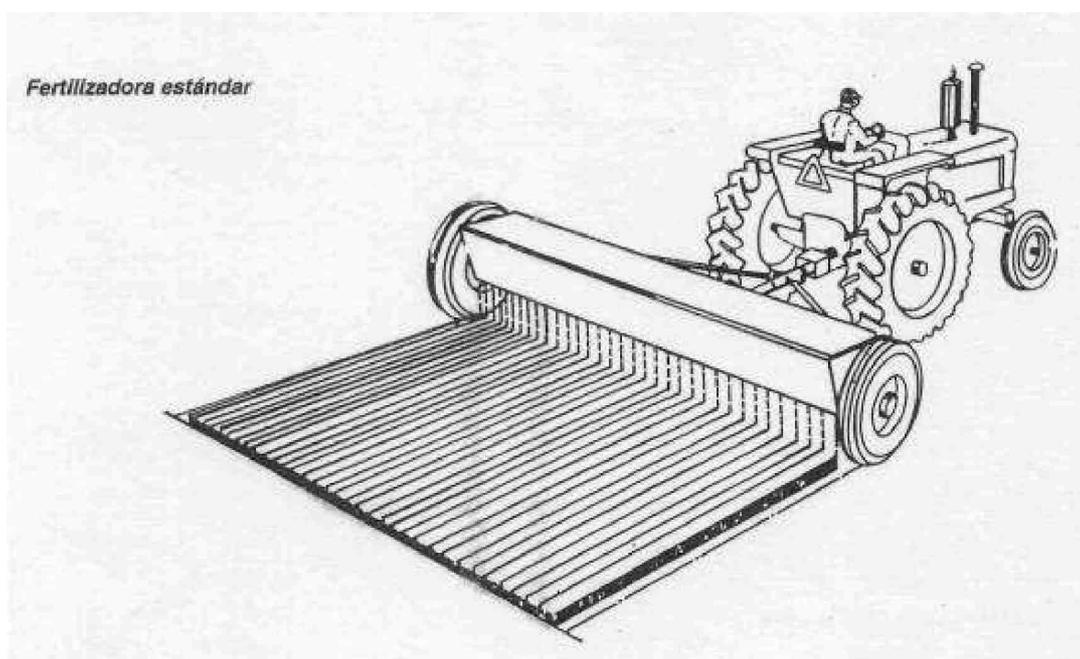


Figura 2.3. Fertilizadora Estándar.

2.3.2 Mecanismos dosificadores

Los implementos agrícolas cuentan con diferentes tipos de mecanismos los cuales ayudan a cumplir con sus objetivos, en el caso de las fertilizadoras los mecanismos más usuales son:

- a) La rueda estrella, la cual consiste en una rueda dentada en forma de estrella como se muestra en la figura 2.4, cuenta con un eje vertical que se mueve por un mecanismo de piñón y corona. Se encuentra una estrella por cada

abresurco. Los dientes de la estrella son los que arrastran el fertilizante hacia una compuerta de abertura regulable cayendo al tubo de descarga. En algunas fertilizadoras se puede regular la velocidad de giro de la estrella y por lo tanto la velocidad con que los dientes impulsan al fertilizante hacia fuera.

El mecanismo de rueda estrella es delicado y requiere un cuidadoso mantenimiento, ya que si no se lava correctamente la fertilizadora con posterioridad a su uso, los restos del fertilizante pueden pasar al eje que mueve la rueda estrella y corroer los cojinetes. Es frecuente el uso de este mecanismo en el sistema de dosificación de fertilizante de las sembradoras de chorrillos.



Figura 2.4. Rueda de estrella

- b) Aquí es donde el sistema no trabaja muy eficientemente, ya que éste es controlado básicamente por la velocidad del tractor y el resto lo hace el flujo constante del Fondo móvil con agitador rotatorio, por debajo de la tolva se ubica un piso fijo con una perforación por cada abresurco. Arriba de éste hay otro piso móvil, que es por donde se regula la cantidad de fertilizante que se aplica. Haciendo coincidir los orificios se obtiene la más alta dosis de fertilizante. La dosis es cada vez menor a medida que las perforaciones se desencuentran. Un rotor horizontal actúa como agitador y alimentador de los

orificios. Este rotor, movido por la rueda, es el que conduce el fertilizante hacia las perforaciones.

- c) Otro mecanismo es el tornillo sinfín, es un mecanismo transportador ubicado en la parte inferior de la tolva (ver figura 2.5), este gusano conforme va girando impulsa la cantidad deseada de fertilizante hacia el tubo de salida. La cantidad de aplicación se modifica cambiando la velocidad del gusano.



Figura 2.5. Tornillo Sinfín

2.3.3 Aplicación al voleo

Se entiende por fertilización al voleo, la aplicación de un fertilizante a toda el área que va a ocupar un cultivo. Esta puede hacerse en superficie (en cobertura) o enterrarse con rastra, disquera o arado.

2.3.4 Fertilizadoras centrífugas

Son distribuidoras de fertilizantes sólidos, donde el producto es esparcido por proyección mediante la utilización de la fuerza centrífuga. Presentan un ancho de cobertura superior al de las fertilizadoras por gravedad, ya que la caída libre del producto hacia el terreno es reemplazada por un lanzamiento del mismo dotándolo de una alta velocidad inicial.

Esta proyección del fertilizante hace que en este tipo de máquina la precisión de trabajo sea menor y debe recurrirse a la utilización de fertilizantes granulados, para lograr mayores anchos de trabajo y calidades de distribución aceptables.

Los tipos más difundidos de fertilizadoras centrífugas son:

- Monodisco
- Doble disco
- Pendular

a) Fertilizadora centrífuga monodisco o de plato simple. Produce un perfil de aplicación asimétrico. Descarga mucho más a la derecha que a la izquierda del equipo, en la figura 2.6 se observa por debajo de la tolva el plato simple, el cual se encarga de esparcir el fertilizante, todo el arnés que se observa es levantado por el tractor.



Figura 2.6. Fertilizadora Monodisco

b) La fertilizadora centrífuga de doble disco o doble plato producen un perfil simétrico. Su mecanismo de distribución es muy balanceado y puede girar a gran velocidad, se puede observar en la figura 2.7 los dos platos, el cual esta

constituido al igual que la anterior fertilizadora por una tolva, que almacena el fertilizante, su perfil es simétrico ya que al contar con doble disco, la esparcion es mas uniforme descargando por ambas partes, ya que la anterior descarga mas de un lado que de el otro, esta pone a rotar el otro plato en sentido contrario compensando el lado que descarga menos. Esto determina que los anchos operativos alcanzables son los mayores de todas las fertilizadoras.



Figura 2.7. Fertilizadora Doble Disco

- c) Fertilizadora centrífuga pendular. Disponen de un mecanismo de transformación del movimiento circular de la toma de fuerza de movimiento alternativo del péndulo. Cada vez que el eje de la TDF (Toma de Fuerza) da una vuelta el péndulo realiza dos barridos, al observar la figura 2.8 se observa el péndulo es hueco y el fertilizante que pasa por las compuertas fluye por el mismo hasta el extremo donde se encuentra un bozal, este bozal asegura la distribución en un perfil simétrico con mayor cantidad en el centro de la distribución. Esta cuenta al igual que las anteriores con su tolva y esta es levantada por el tractor para ser descargada en la tierra.



Figura 2.8. Fertilizadora Pendular

En el caso de las fertilizadoras de discos, en la parte inferior de la tolva existe uno o dos discos dotados de paletas o nervios que giran a alta velocidad. El fertilizante cae de la tolva sobre el disco a través de una o dos compuertas regulables y es empujado por las paletas hacia la periferia.

2.4 Método de fertilización

El propósito de la fertilización se hace con el fin de nutrir la tierra, para compensar la pérdida de nutrimentos que va sufriendo la tierra en cada temporada de siembra, por eso es que lo hace indispensable.

El fertilizante es agregado en la tolva, la cual tiene una capacidad de 500 kg con esta se logra trabajar 3.3 Has, este resultado se obtiene en base a que la fertilizadora esta calibrada a 150 kg/Has, una de las limitaciones del sistema es la dosis de aplicación de fertilizante, ya que esta se encuentra calibrada para una sola dosis de aplicación. El tiempo de distribución del fertilizante depende de la velocidad del tractor, esto no afecta en el esparcimiento del producto, ya que este sistema trabaja en base a la

velocidad, a menor velocidad la compuerta de descarga se cierra y viceversa a mayor esta se abre, en base a una calibración predeterminada, la cual aplica la dosis necesaria al suelo que se lleva trabajado, el fertilizante cae desde la tolva hacia el terreno por acción de la fuerza de gravedad, en caída libre, sin ningún mecanismo impulsor que imprima fuerza o velocidad al producto.

Los factores de diseño del equipo que influyen en el ancho operativo son:

La velocidad inicial de las partículas que depende de:

- Relación de transmisión entre la toma de fuerza y los discos distribuidores.
- Diámetro de los discos o largo del péndulo.
- Velocidad de giro de la toma de fuerza.

La altura de aplicación:

- Normalmente fijada por los fabricantes a 75 cm sobre el cultivo.

El ángulo vertical de salida:

- La distancia máxima se obtiene cuando las partículas son lanzadas con un con un ángulo de elevación de 45°.

Los factores del fertilizante o semilla a esparcir que influyen en el ancho operativo son:

- El tamaño de la partícula. A mayor tamaño mayor alcance. Las partículas pierden su velocidad inicial en relación inversa con su tamaño.
- Forma. Cuanto más redondeada sea la partícula menor será la fricción con el aire y mayor será su alcance.
- Densidad. A mayor densidad mayor alcance. Cuanto mayor sea la masa en relación al volumen mayor será la distancia de lanzamiento.

Perfil de distribución y ancho operativo.

- Ancho de cobertura es la longitud entre partículas extremas proyectadas, medida sobre una línea perpendicular a la dirección de avance.
- Ancho operativo es la distancia entre pasadas que asegura un bajo coeficiente de variación de la dosis transversal.
- Todas las fertilizadoras centrífugas tiran más en el medio que en los bordes por lo cual hay que solapar las pasadas, es decir, por cada vuelta del implemento se recarga mas al lado por donde se tira menos para compensar la dosis, en la figura 2.9 se muestra un perfil de distribución donde se observa la aspersion que se tira mas de un lado que del otro.

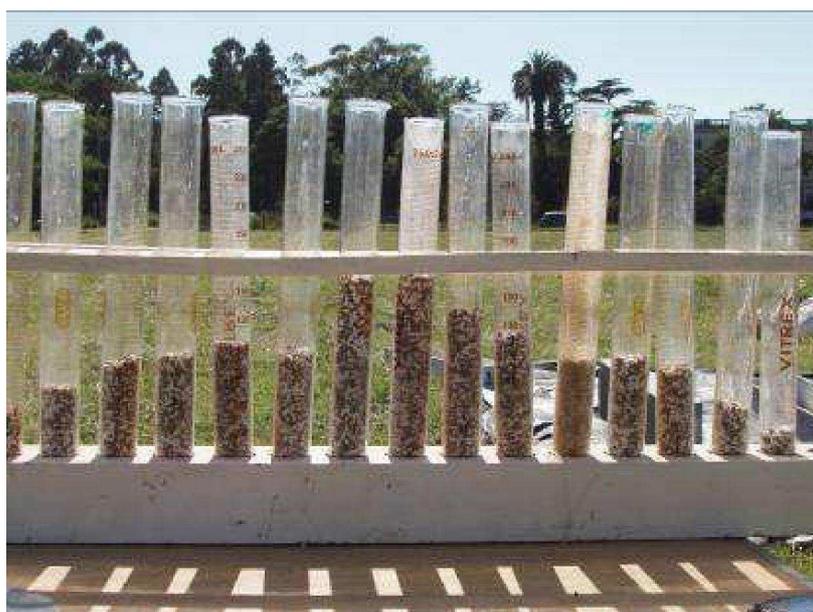


Figura 2.9 Muestra del ancho de aspersion de la fertilizadora.

2.5 Calibración

Los objetivos de una correcta calibración son:

- Aplicar una dosis de fertilizantes o semillas con la mayor exactitud posible por unidad de superficie.
- Lograr la mayor uniformidad posible en la distribución del fertilizante.

En las fertilizadoras de descarga por gravedad la calibración se realiza igual que en una sembradora de chorrillos, este tipo de sembradora cuenta con un depósito al igual que la fertilizadora, pero la manera de distribución de la semilla, es por medio de un sistema de rodillo.

El sistema de rodillo consiste en un cilindro, como se muestra en la figura 2.10, situado en el fondo de la tolva a lo largo de toda la anchura de siembra, que va girando y arrastrando la semilla de forma constante. El rodillo puede ser de acanaladuras ó con pequeños dientes exteriores.

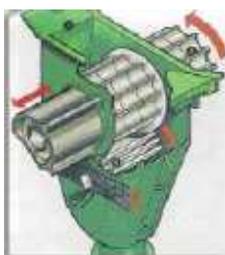


Figura 2.10. Sistema de Rodillo.

En las fertilizadoras centrífugas la calibración se realiza siguiendo los siguientes pasos:

- Determinar el ancho operativo según el fertilizante o semilla a utilizar.
- Medir el tiempo que demora en recorrer 100 m con la toma de fuerza a 540 rpm (revoluciones por minuto).
- Calcular cuantos kg debería descargar en los 100 metros de avance.
- Poner a funcionar la máquina, recoger la descarga en el mismo tiempo que tardó en recorrer los 100 metros y pesar.
- Verificar que descargue la misma cantidad que se calculó. Si no es así corregir la abertura de salida hasta lograrlo.

Ejemplo:

Dosis de fertilizante: 150 kg/ha

Ancho operativo: 12 metros

Tiempo en recorrer 100 metros: 50 segundos

Cálculo:

$12 \times 100 = 1200$ metros cuadrados

Si en 1000 metros cuadrados deben distribuirse 150 kg de fertilizante, en 1200 metros cuadrados tiene que descargar 15kg. La máquina debe descargar 15 kg en 50 segundos.

2.6 Fertilizadoras electrónicas

Las fertilizadoras electrónicas han revolucionado el mundo de la agricultura, ya que éstas logran tener un mayor control y obtener mayor eficiencia del producto. Existen en nuestros tiempos diferentes tipos de controladores electrónicos aplicados en la agricultura, algunos de los equipamientos que se han estado utilizando en la fertilización son el de Serie DPX, otro de ellos es la Schiarre Tekno Electroniq, por mencionar algunos de ellos.

2.6.1 Equipamiento serie DPX

Regulación Electrónica VISION DPB

Prestaciones y características:

- Corrige el caudal en caso de variar la velocidad, permitiendo una dosificación constante.
- Trabaja con un captador de velocidad ubicado en la rueda o sobre el árbol de la caja de velocidades.
- Brinda asistencia en la regulación del equipo y la siguiente información: velocidad real de avance, superficie trabajada, cierre de trampillas de descarga.
- Permite realizar aplicaciones de dosis variables. Compatible con los sistemas GPS: GREENSTAR, FIELDSTAR, AGROCOM, PROSERIES, AGROTRONIX, HYDRO-N-SENSOR y tarjetas PCMCIA.

Regulación Electrónica VISION WPB.

Prestaciones y características:

En la figura 2.11 se muestra el sistema electrónico WPB, se observa el tipo de menú que contiene la pantalla, el teclado por el cual es calibrado para ponerlo a trabajar y en general la carcasa que lo conforma.

A las características anteriores se suma una balanza en la tolva, permitiendo la regulación desde la cabina del tractor.

Al igual que la división DPB, brinda asistencia en la regulación del equipo y la siguiente información: velocidad real de avance, superficie trabajada, cierre de trampillas de descarga, consumo de fertilizante en peso, tolva vacía y variación del caudal de descarga.

Utiliza una celda de carga en acero inoxidable de bajo mantenimiento y precalibrada en origen.

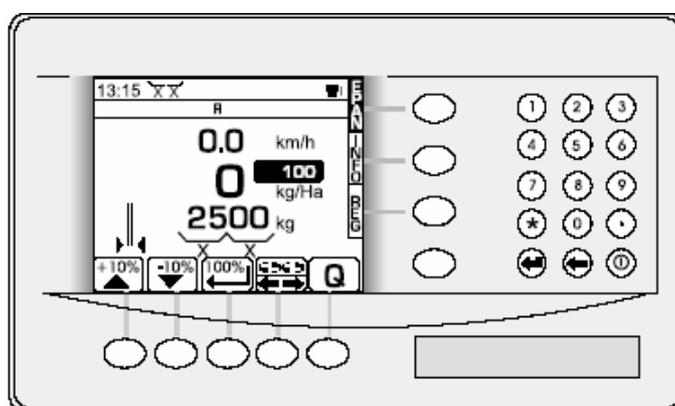


Figura 2.11. Regulación Electrónica VISION WPB

2.6.2 Schiarre Tekno Electroniq sembradora fertilizadora electro neumática de granos finos y gruesos (figura 2.12)

Según Schiarre Tekno (2007), cada kit de siembra electro neumático está compuesto por un soporte metálico, sobre el cual se aplica un dosificador neumático de semillas, una turbina de aspiración que genera presión negativa, un motor electro controlado

que hace girar la placa de siembra, un sensor de caída de granos, un sensor de caída de fertilizantes, todas estas funciones son interpretadas por un microprocesador que esta conectado a la central de comando.

Este kit se coloca sobre cada cuerpo de siembra y tiene acción independiente entre sí.

- Sensor de movimiento y de máquina clavada.
- Central de comandos, desde donde se programa la siembra.
- Fuente de energía de 24 volts.



Figura 2.12. Schiarre Tekno Electroniq Sembradora Fertilizadora

2.6.2.1 ¿Cómo funciona?

Desde la fuente de energía de 24 volts ubicada en el tractor, se alimenta la computadora central; de la misma se accionan los motores electro controlados. Por medio de un sensor de movimiento, la central de comandos tiene la información para comenzar a trabajar. Cabe destacar que cualquiera de las opciones de trabajo son totalmente variables, ya sea en cantidad de semilla por hectárea, como en kilos de fertilizante, en caso que la siembra lo requiera se puede variar la densidad de semilla por surco, debido a que son todos independientes entre sí.

Programación de siembra: datos a ingresar a la computadora, tipo de grano (fino o grueso), cantidad de agujeros de la placa de siembra , distancia determinada entre semillas, fertilizante 1 si es en la línea de siembra, cantidad de kilogramos x hectáreas, fertilizante 2 al costado de la línea de siembra , cantidad de kilogramos x hectárea.

2.6.2.2 ¿Qué elementos se eliminan de una sembradora convencional?

Ruedas motriz, tren cinemático, cajas de cambio, cadenas, distribuidor de semilla, engranajes, ejes intermedios, bases de dosificadores (corona piñón, contra placa y cabezal de ajuste) dosificadores de siembra mono grano mecánicos y placas de siembra para cada tamaño de granos.

2.6.2.3 Características mecánicas

Reducción de movimientos en la sembradora al eliminar todos los elementos mecánicos y reemplazarlos por kit de sensores.

Reducción de tiempo operativo en la puesta a punto de la sembradora, el cambio de placas es muy sencillo, no necesita ajustes ni regulación, (toda esta operación se realiza en pocos minutos).

Reducción en el mantenimiento de la sembradora ya que se elimina un 80% de las áreas de lubricación.

Reducción de costos operativos, se elimina totalmente el stock de placas calibradas para cada tamaño de semilla, contra placas y cabezales, se elimina un stock importante de cadenas, bolilleros, cajas escuadras, engranajes intermedios y lubricantes (aceite y grasa).

Ahorro de energía consumida, aproximadamente 1Hp x línea de siembra, facilidad para acceder a los cuerpos de siembra al ser eliminado el tren cinemático.

2.6.2.4 Características agronómicas

Mejor distribución de semillas, el sistema neumático por aspiración permite una sola semilla por celda, la que es entregada a la línea de siembra en el sentido de avance de la sembradora, reduciendo así rebotes en el tubo de descarga.

Mejor tratamiento de la semilla, al evitar roces producidos por los dosificadores mono granos mecánicos, disminuye las roturas y daños en las semillas, economía cuantitativa de semillas, al tener una mejor distribución, se puede disminuir la cantidad de granos a implantar, que en el caso particular del trigo significa un ahorro importante.

Menor costo de implantación, ya que no necesita semillas calibradas, el sistema neumático utiliza una sola placa por variedad de grano, sin importar su tamaño, para el caso del maíz, significa utilizar semillas de menor valor monetario.

En los sistemas de precisión conocidos hasta el momento, la electrónica está instalada en las cajas de velocidades y su tren cinemático, de cadenas y engranajes. Los sistemas mecánicos aún estando lubricados, con el tiempo sufren desgaste y se pierde precisión, más aún cuando los mandos de las placas son con la tradicional corona y piñón (sin lubricación) con cadena de mando y crucetas, en estos casos la diferencia de precisión es muy notable entre los propios surcos. (Maquinarias Cultivar, 2009).

2.7 Sensores magnéticos

Según Electronics Meccano (2009), dice que los sensores magnéticos también se les denominan reles tipo “reed”, son utilizados en cilindros neumáticos para detectar la posición de fin de carrera a través del vástago del cilindro.

2.7.1 Principio de Funcionamiento

Los sensores magnéticos constan de un sistema de contactos cuyo accionamiento vendrá ocasionado por la aparición de un campo magnético. Los contactos se cerrarán bajo la influencia de un campo magnético provocado por un dispositivo imantado alojado en el objeto a detectar, en la figura 2.13 se observa un contacto abierto y el otro cerrado, en los cilindros neumáticos el imán permanente va integrado en el émbolo, cuando el campo magnético se acerca al sensor, éstos transmiten una señal eléctrica o neumática a los controles, electro-válvulas o elementos de conmutación neumáticos.

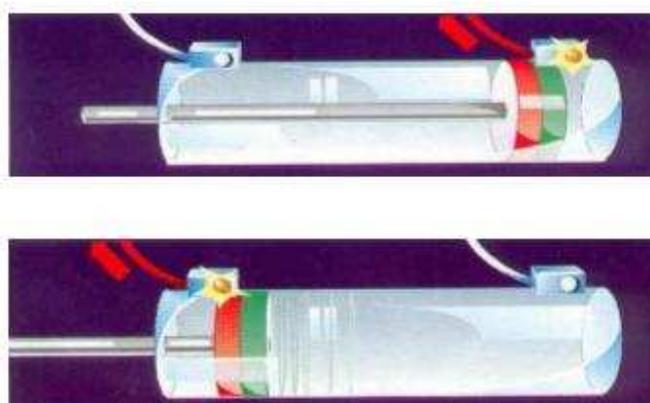


Figura 2.13. Sensor magnético

2.7.2 Sensor Reed Switch

El reed switch consiste en un par de contactos ferrosos encerrados al vacío dentro un tubo de [vidrio](#). Cada contacto está sellado en los extremos opuestos del tubo de vidrio. Al acercarse a un campo magnético, los contactos se unen cerrando un [circuito eléctrico](#). La rigidez de los contactos hará que se separen al desaparecer el campo magnético. Para asegurar la durabilidad, la punta de los contactos tiene un baño de un metal precioso. El campo magnético puede estar generado por un [imán](#) permanente o por una [bobina](#). Como los contactos están sellados, los reed switch

son empleados en lugares con atmósferas explosivas, donde otros interruptores se consideran peligrosos. Esto se debe a que la chispa que se produce al abrir o cerrar sus contactos queda contenida dentro del tubo de vidrio.

Los reed switch se diseñan en base al tamaño del campo magnético frente al que deben actuar. La sensibilidad de sus contactos se cambia al variar la aleación con que se fabrican, modificando su rigidez y su coeficiente magnético.

2.7.3 Descripción del sensor

Son unos tipos de relé o relevador cuyo contacto es un reed switch. Este se activa cuando la bobina es energizada. En la figura 2.14 se observa las dimensiones, el cual es de tamaño muy reducido y puede ser colocado dentro de un [circuito integrado \(chip\)](#) como parte de un circuito. El tubo de vidrio puede tener unos 10 mm de largo por 3 mm de diámetro.

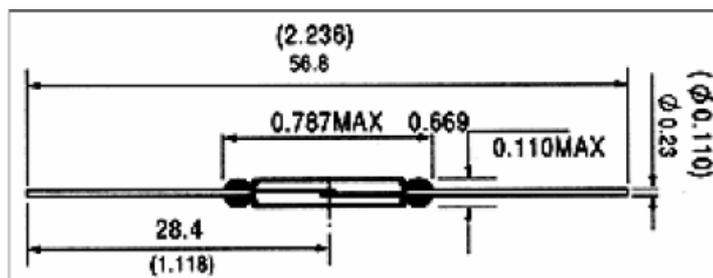


Figura 2.14. Reed-switch

2.8 Pantalla LCD (pantalla de cristal líquido)

Según Angulo J.M. (2003), nos dice que antes de aparecer los módulos LCD, nuestros diseños electrónicos utilizaban los Displays de siete segmentos para poder mostrar la información, además de su gran limitación de poder mostrar los caracteres alfanuméricos y símbolos especiales, también consumían demasiada corriente y ocupaban demasiado espacio físico.

Finalmente aparecieron los módulos LCD o pantallas de cristal líquido (ver figura 2.15) la cual tiene la capacidad de mostrar cualquier carácter alfanumérico. Estos dispositivos ya vienen con su pantalla y toda la lógica de control pre-programada en la fábrica y lo mejor de todo es que el consumo de corriente es mínimo y no se tendrán que organizar tablas especiales como se hace en los displays de siete segmentos.

Las aplicaciones de los módulos LCD son infinitas ya que podrán ser aplicados en la informática, comunicaciones, telefonía, instrumentación, robótica, automóviles, equipos industriales, etc.

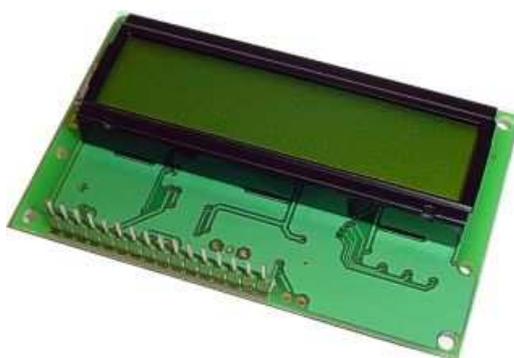


Figura 2.15. Módulo LCD

2.8.1 Descripción

La pantalla de cristal líquido o LCD (*Liquid Crystal Display*) es un dispositivo microcontrolado de visualización gráfico para la presentación de caracteres, símbolos o incluso dibujos (en algunos modelos), en este caso dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una y cada carácter dispone de una matriz de 5x7 puntos (pixels), aunque los hay de otro número de filas y caracteres. Este dispositivo está gobernado internamente por un microcontrolador Hitachi 44780 y regula todos los parámetros de presentación, este modelo es el más comúnmente usado.

Características principales:

- Pantalla de caracteres ASCII, además de los caracteres *Kanji* 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 bits.

2.8.2 Funcionamiento

Para comunicarse con la pantalla LCD se puede hacer por medio de sus patitas de entrada de dos maneras posibles, con bus de 4 bits o con bus de 8 bits. En la figura 2.16 se observa una posible conexión del LCD con un pic 16f628.

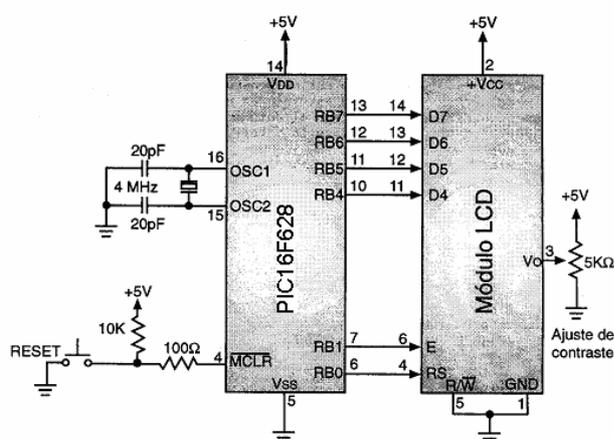


Figura 2.16. Conexión de un LCD con bus de 4bits.

Como puede apreciarse el control de contraste se realiza al dividir la alimentación de 5V con una resistencia variable de 10KΩ.

Las líneas de datos son triestado, esto indica que cuando el LCD no está habilitado sus entradas y salidas pasan a alta impedancia.

2.9 Microcontrolador

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de llevar a cabo procesos lógicos. Estos procesos o acciones son programados en lenguaje ensamblador por el usuario, y son introducidos en éste a través de un programador.

Un microcontrolador es un sólo circuito integrado que contiene todos los elementos electrónicos que se utilizaban para hacer funcionar un sistema basado con un microprocesador; es decir contiene en un solo integrado la unidad de proceso, la memoria RAM, memoria ROM, puertos de entrada y salida.

Diagrama interno de un microcontrolador (ver figura 2.17).

- Memoria ROM (Memoria de sólo lectura)
- Memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio)
- Líneas de entrada/salida (I/O) también llamados puertos
- Lógica de control: Coordina la interacción entre los demás bloques

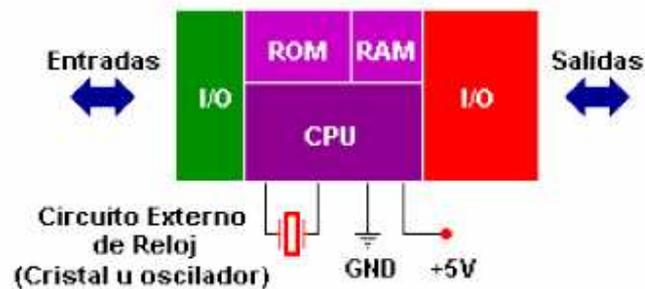


Figura 2.17. Diagrama interno de un microcontrolador

2.9.1 Funciones especiales de algunos microcontroladores

- Conversores análogo a digital (A/D) en caso de que se requiera medir señales analógicas, por ejemplo temperatura, voltaje, luminosidad, etc.

- II. Temporizadores programables (Timer's) Si se requiere medir períodos de tiempo entre eventos, generar temporizaciones o salidas con frecuencia específica, etc.
- III. Interfaz serial RS-232. Utilizado cuando se necesita establecer comunicación con otro microcontrolador o con un computador.
- IV. Memoria EEPROM se utiliza para desarrollar una aplicación donde los datos no se alteren a pesar de quitar la alimentación, es un tipo de memoria ROM que se puede programar o borrar eléctricamente sin necesidad de circuitos especiales.
- V. Salidas PWM (modulación por ancho de pulso). Para quienes requieren el control de motores DC o cargas resistivas, existen microcontroladores que pueden ofrecer varias de ellas.

Técnica llamada de "Interrupciones", cuando una señal externa activa una línea de interrupción, el microcontrolador deja de lado la tarea que está ejecutando, atiende dicha interrupción, luego continúa con lo que estaba haciendo.

2.9.2 Ventajas y desventajas de un microcontrolador PIC.

Una de las ventajas con las que cuentan este tipo de microcontroladores, es que contiene muy pocas instrucciones, lo cual hace que la programación no sea tan complicada, su costo es comparativamente inferior al de los competidores, posee una elevada velocidad de funcionamiento, bajo consumo unido a un alto rango de voltaje de alimentación.

La desventaja de tener pocas instrucciones, es que no cuenta con ciertas instrucciones como los so de algunas operaciones aritméticas, las cuales se tienen que programar con las instrucciones que se cuenta.

2.9.3 ¿Por que escoger el microcontrolador PIC?

Con lo mencionado anteriormente, se tienen más ventajas que desventajas, se pueden escoger otros tipos de microcontroladores para cualquier aplicación, pero se enfoca más a éste, ya que se pueden conseguir muy fácilmente y sus costos son relativamente bajos, así como la facilidad que se tiene al trabajar con ellos.

2.9.4 Microcontrolador PIC 16F628

El PIC 16F628 incorpora tres características importantes que son:

- Procesador tipo RISC (procesador con un conjunto reducido de instrucciones)
- Procesador segmentado
- Arquitectura HARVARD

Con estos recursos el PIC es capaz de ejecutar instrucciones solamente en un ciclo de instrucción. Con la estructura segmentada se pueden realizar simultáneamente las dos fases en que se descompone cada instrucción, ejecución de la instrucción y búsqueda de la siguiente.

La separación de los dos tipos de memoria son los pilares de la arquitectura Harvard, esto permite acceder en forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la de instrucciones. El tener memorias separadas permite que cada una tenga el ancho y tamaño más adecuado. Así en el PIC 16F628 el ancho de los datos es de un byte, mientras que la de las instrucciones es de 14 bits.

2.9.4.1 Características principales

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones.
- Oscilador interno de 4MHz.

- Las instrucciones se ejecutan en un sólo ciclo de máquina excepto los saltos (goto y call), que requieren 2 ciclos. Un ciclo de máquina se lleva 4 ciclos de reloj, si se utiliza el reloj interno de 4MHz, los ciclos de máquina se realizarán con una frecuencia de 1MHz, es decir que cada instrucción se ejecutará en 1µs (microsegundo).
- Opera con una frecuencia de reloj de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns).
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits.
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro).
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro).
- Stack de 8 niveles.
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA.
- 3 Temporizadores.
- Módulos de comunicación serie, comparadores, PWM .

Otra característica de los PICS es el manejo de los bancos de registros. En línea general, los registros se clasifican como de uso general (GPR) y de uso específico o de funciones especiales (SFR).

- Los registros de uso general pueden ser usados directamente por el usuario, sin existir restricciones. Pueden servir para almacenar resultados que se reciben desde el registro W (acumulador), datos que provienen de las puertas de entradas, etc.
- Los registros de uso específicos no pueden ser usados directamente por el usuario. Estos registros controlan prácticamente todo el funcionamiento del microcontrolador, pues toda la configuración necesaria para el funcionamiento del microcontrolador es hecho a través de algún tipo de SFR.

2.9.4.2 Puertos del PIC 16F628.

En la figura 2.18 se observa los 16 pines de entrada y salida que cuenta el PIC 16F628 y dos mas para su alimentación tierra y voltaje, cada uno de estos pines

pueden ser configurados de distintas formas y algunos de ellos cuenta con funciones específicas.

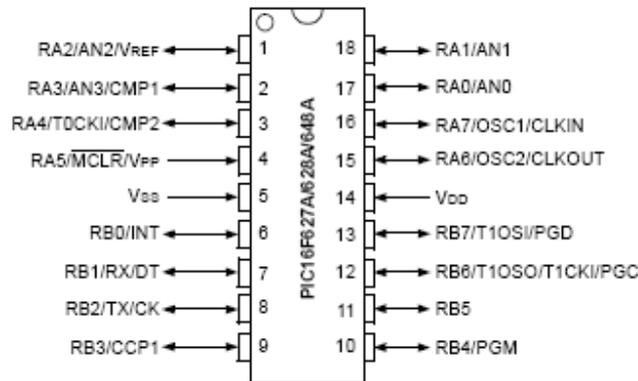


Figura 2.18 Pines de I/O (Entrada/Salida)

PORTA: RA0-RA7:

- Los pines RA0-RA4 y RA6–RA7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- El pin RA5 es una entrada Schmitt Trigger que sirve también para entrar en el modo de programación cuando se aplica una tensión igual a V_{pp} (13,4V mínimo).
- El terminal RA4 puede configurarse como reloj de entrada para el contador TMR0.
- Los pines RA0-RA3 sirven de entrada para el comparador analógico.

PORTB: RB0-RB7:

- Los pines RB0-RB7 son bidireccionales y manejan señales TTL.
- Por software se pueden activar las resistencias de pull-up internas, que evitan el uso de resistencias externas en caso de que los terminales se utilicen como entrada (permite, en algunos casos, reducir el número de componentes externos).

- El pin RB0 se puede utilizar como entrada de pulsos para provocar una interrupción externa.
- Los pines RB4-RB7 están diseñados para detectar una interrupción por cambio.

Otros pines

- VDD: Pin de alimentación positiva. De 2 a 5,5 Vcc
- VSS: Pin de alimentación negativa. Se conecta a tierra o a 0 Vcc
- MCLR: Master Clear (Reset). Si el nivel lógico de este terminal es bajo (0 Vcc), el microcontrolador permanece inactivo. Este Reset se controla mediante la palabra de configuración del PIC
- OSC1/CLKIN: Entrada de oscilador externo
- OSC2/CLKOUT: Salida del oscilador. El PIC 16F628 dependiendo de cómo se configure puede proporcionar una salida de reloj por medio de este pin. (Micropic, 2008).

2.10 MPLAB

Según ARIZONA Microchip Technology (2008), el MPLAB es un “Entorno de Desarrollo Integrado” (Integrated Development Environment, IDE) que corre en “Windows“, la figura 2.19 muestra la pantalla principal en la cual se muestra todo lo relacionado con las instrucciones que se emplean. Aquí se pueden observar los registros que manejan cada PIC, banderas, errores, líneas de instrucciones y los archivos que se crean cuando se compila el programa.

EL MPLAB permite escribir, depurar y optimizar los programas (firmware) de sus diseños con PIC 16/17. EL MPLAB incluye un editor de texto, un simulador y un organizador de proyectos. Además, el MPLAB soporta el emulador PICMASTER y a otras herramientas de desarrollo de Microchip como el PICSTART - Plus.

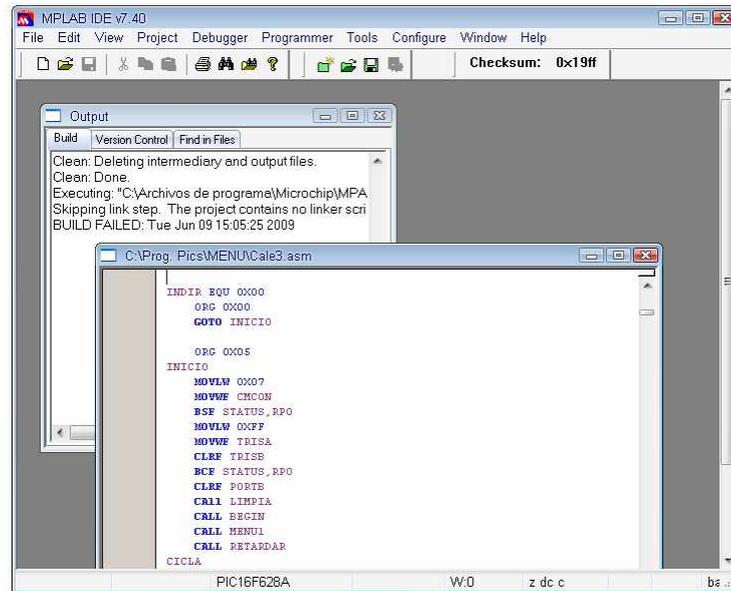


Figura 2.19. Pantalla de MPLAB en Windows.

2.10.1 Las herramientas del MPLAB

El organizador de proyectos (Project Manager) es parte fundamental de MPLAB. Con el organizador de proyectos (Project manager) se pueden utilizar las siguientes operaciones:

- Crear un proyecto.
- Agregar un archivo de programa fuente de proyecto.
- Ensamblar o compilar programas fuente.
- Editar programas fuente.
- Reconstruir todos los archivos fuente, o compilar un solo archivo.
- Depurar programa fuente.

2.10.2 Software ensamblador

El ensamblador que utiliza MPLAB por defecto y el que se utiliza para programar los PIC es MPASM. Los elementos básicos del lenguaje ensamblador son:

- Etiquetas
- Instrucciones
- Operandos
- Directivas
- Comentarios

Para la programación se utiliza una cierta tabulación que se debe respetar, con esto los programas son más claros y legibles.

Las etiquetas se escriben en la primer columna de cualquier línea, las instrucciones y directivas en la segunda y por último, en la tercer columna los operandos. Los comentarios se pueden escribir en cualquier parte del programa.

Etiquetas

Una etiqueta es una palabra utilizada para designar alguna línea o sección del programa, se pueden utilizar para saltar de una parte del programa. Es importante que las etiquetas empiecen con una letra o con un guión bajo “_”. La longitud de una etiqueta puede ser de hasta 32 caracteres y como ya se dijo se deben escribir en la primer columna.

Operandos

Son los elementos que emplea la instrucción que se está ejecutando. Usualmente los operandos son los registros, las variables o las constantes.

Comentarios

Los comentarios son las palabras, frases y oraciones que se pueden escribir en el código para hacer el programa más claro y legible, o solo para recordar el momento. Los comentarios se pueden escribir en cualquier parte del código pero siempre deben empezar con punto y coma“;”.

2.10.3 Directivas de uso frecuente

Son instrucciones para el compilador las cuales son:

#DEFINE

ej. #define <nombre> [<valor a remplazar>]

explicación: declara una cadena de texto como sustituto de otra

END

ej. end

explicación: indica fin de programa

EQU

ej. status equ 05

explicación: define una constante de ensamble

INCLUDE

ej. include <PIC16F84.h>

explicación: incluye en el programa un archivo con código fuente

ORG

ej. org 0x100

explicación: ensambla a partir de la dirección especificada

2.11 PROTEUS

Según Ingeniería Eléctrica Electrónica, S.A. (2009), PROTEUS es un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción. La suite se compone de cuatro elementos, perfectamente integrados entre sí:

2.11.1 Principales características del sistema PROTEUS

- Entorno de diseño gráfico de esquemas electrónicos (ISIS) extremadamente fácil de utilizar y dotado de poderosas herramientas para facilitar el trabajo del diseñador.
- Entorno de simulación propiamente mixto entre el estándar SPICE3F5 y la tecnología exclusiva de Proteus de Modelación de Sistemas Virtuales (VSM).
- Entorno de diseño de placas de circuito impreso (ARES) de altas prestaciones con bases de datos de 32 bits, posicionado automático de elementos y generación automática de pistas con tecnologías de autocorte y regeneración.
- Moderna y atractiva interfase de usuario estandarizada a lo largo de todas las herramientas que componen el entorno PROTEUS.
- Ejecutable en los diferentes entornos Windows: 98, Me, 2000, XP.

2.11.2 ISIS

La herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos, en la figura 2.20 se muestra el entorno de ISIS, con un ejemplo de lo que se puede lograr con este programa.

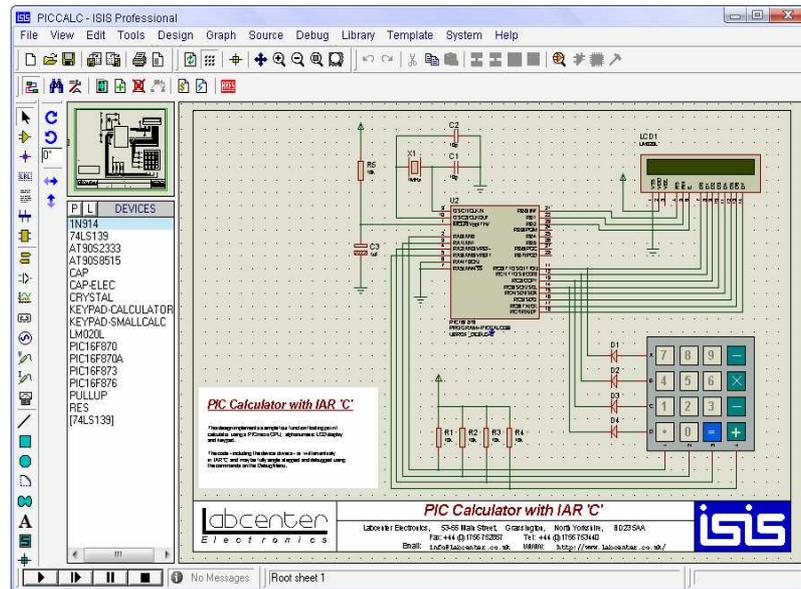


Figura 2.20. Pantalla principal de ISIS

2.11.3 ARES

La herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas. Con ARES el trabajo duro de la realización de placas electrónicas recae sobre la PC en lugar de sobre el diseñador, en la figura 2.21 se observar el entorno de trabajo de ARES ejecutado en Windows XP, y se encuentra un ejemplo de un circuito el cual ya esta listo para ser impreso.

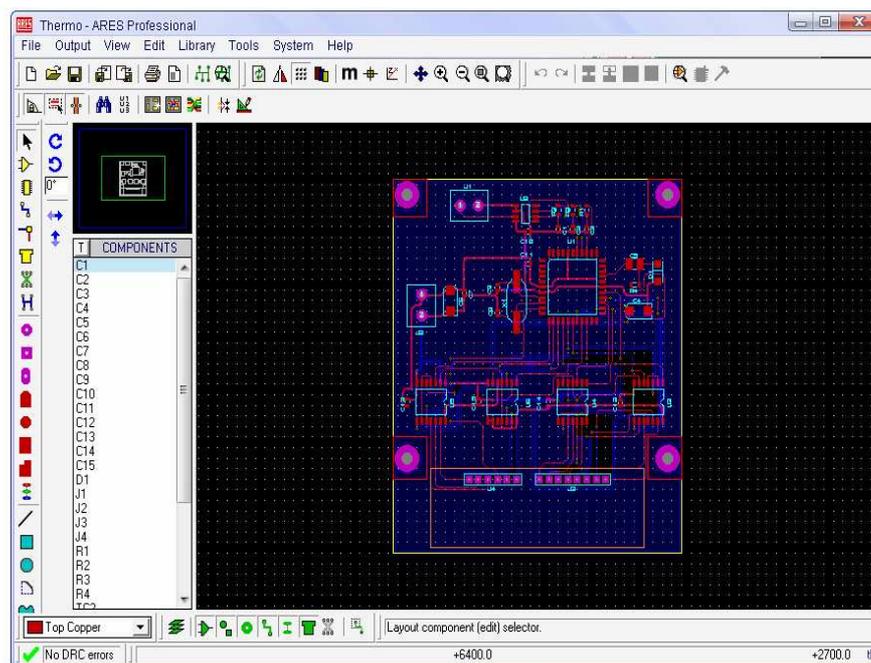


Figura 2.21. Pantalla principal de ARES

2.12 Software del programador

Es necesario contar con un software de interfaz para el usuario con el equipo programador, mediante el cual se descargara el archivo ejecutable al microcontrolador.

Winpic800 en su versión 3.55g, es una aplicación desarrollada bajo el ambiente Windows y distribuido de manera gratuita a través de su página Web. Cabe mencionar que este software realiza la interfaz entre varios tipos de programadores desarrollados, los cuales se encuentran listados en la ventana de configuración del mismo; dichos programadores han sido desarrollados por miembros de la comunidad de internet y cuyos diseños pueden ser encontrados de manera gratuita.

La función del software es establecer la interfaz entre el usuario y el equipo programador como se observa en la figura 2.22; el proceso para realizar la grabación

es relativamente sencillo, en el menú buscar la opción necesaria para abrir el archivo .hex a grabar en el microcontrolador y seleccionar en el menú dispositivo que se requiera grabar y programar todo.



Figura 2.22. Interfaz usuario y equipo.

CAPÍTULO III

MÉTODO Y MATERIALES

En el siguiente capítulo se hace una descripción detallada del método a utilizar en la elaboración del sistema de control y monitoreo, se dará a conocer el lugar donde se llevó a cabo el estudio, se explicaran la lista de materiales que se utilizaron, así como los pasos que se siguieron para cumplir el objetivo.

3.1 Campo

La investigación se realizó en los campos de las comunidades yaquis, en uno de los predios que se encuentra ubicado cerca del poblado de pótam, es ahí donde se aplicó el sistema propuesto, ya que es una zona donde la principal actividad practicada es la agricultura.

3.2 Materiales

Los medios para elaborar dicho sistema, son la investigación en libros, revistas e internet de sistemas electrónicos que controlen este tipo de implementos.

El uso de revistas, libros, manuales, sirvieron de guía para la elaboración del proyecto, en las revistas se observó diferentes tipos de fertilizadoras con control electrónico, en los libros la manera en que se empezaría a desarrollar el sistema, y algunos manuales para la elaboración de la programación.

Para la construcción del prototipo se utilizaron los siguientes materiales:

- Motor de corriente directa, el cual se encarga de la apertura de la compuerta, a este motor se le adaptaron unos engranes para disminuir el torque requerido por el motor.
- El monitoreo se logró por medio de un LCD Hitachi 44780, el cual es controlado por el microcontrolador PIC16F628, éste recibía las señales del sensor las cuales analiza y manda estos datos al LCD.
- Se utilizó un microcontrolador PIC16F628, el cual es el cerebro de todo el sistema, éste es el que se encarga de controlar todos los procesos, detectar la señal de entrada, analizarla, controlar y desplegar los resultados.
- En la elaboración del sistema se contó con un software el cual ayudó en la programación, EL MPLAB permitió escribir, depurar y optimizar los programas (firmware) de sus diseños con PIC 16/17. Este incluye un editor de texto, un simulador y un organizador de proyectos.
- Otro software utilizado en la simulación del sistema, aparte del MPLAB, es el Proteus, el cual apoyó en la etapa de implementación para observar los resultados de la programación, así también en la creación del circuito impreso del sistema.
- El software utilizado encargado de establecer la interfaz entre el usuario y el equipo programador es el Winpic800, es decir, manda las instrucciones programadas al microcontrolador para que realice su función.
- El uso de protoboards fue fundamental ya que fue ahí donde se realizaron las primeras pruebas, y con esto se verificaron y corrigieron muchos de los errores.

3.3 Procedimiento

Para el desarrollo del sistema los pasos que se llevaron a cabo fueron los que a continuación se mencionan:

Se elaboró un esquema de lo que pretende el proyecto y la figura 3.1 muestra una gráfica de cómo funciona el sistema. Se puede observar en la imagen unos círculos con fondo oscuro que indica el ancho de trabajo de este implemento, para esto las flechas apuntan la dirección a la que se dirige el tractor, esto con el objetivo de ver exactamente de manera visual lo que se pretendía hacer con el sistema propuesto. Cuando el tractor llega al tope el sistema tiene la opción de oprimir un botón y cerrar la compuerta, esto con el objetivo de no fertilizar cultivos laterales, ya que el ancho de trabajo de la fertilizadora lo abarca en el momento de dar vuelta, para esto el mismo sistema cuenta los pasos e indica donde debe doblar el operador y ya el sistema automáticamente abre la compuerta para seguir con su función normal.

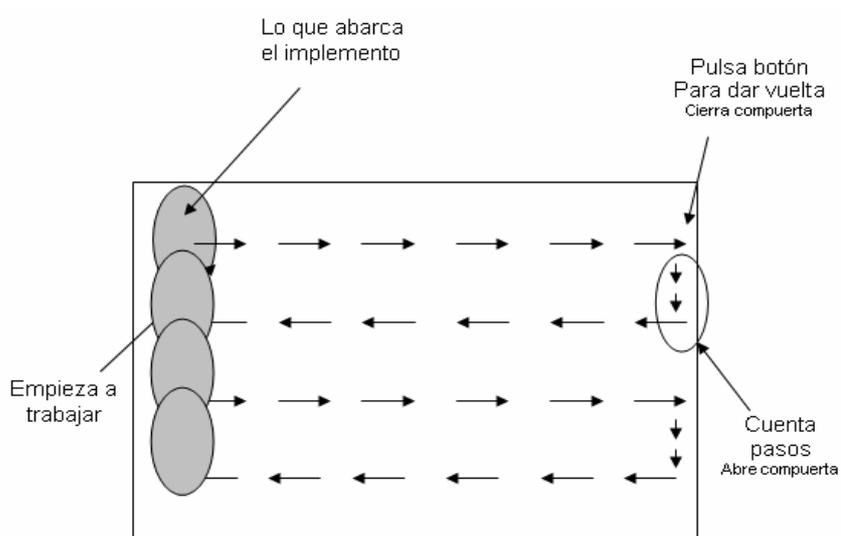


Figura 3.1. Gráfica del funcionamiento del sistema.

Se le adaptó a la fertilizadora el sistema, el cual consistió en la implementación del motor y los engranes, que se encargan de controlar la compuerta del implemento, con todo esto se logró conjugar lo que es la fertilizadora-sistema.

Se calibró la compuerta de la fertilizadora manualmente, para saber la abertura exacta de la compuerta para partir de ahí los puntos de abertura, los cuales ayudaron en la programación del control de motor.

La parte de la programación del sistema se logró siguiendo los pasos siguientes:

1. Se realizó un diagrama a bloques de lo que contiene el sistema.
2. Se elaboró un diagrama de flujo de la programación del sistema.
3. Se realizó la programación en Mplab.
4. Se realizaron pruebas en software Proteus.
5. Se armó un prototipo del sistema en Protoboard.
6. Se realizó un circuito impreso para la implementación.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo de la investigación se hace énfasis a los resultados obtenidos mediante las referencias bibliográficas de las cuales se tomaron en cuenta en la elaboración del diseño de un sistema de control y monitoreo con un microcontrolador PIC16F628.

4.1 Resultados

En la realización de la investigación se siguieron algunos procedimientos para elaborar un sistema el cual cumpliera con los objetivos especificados al inicio del proyecto. El resultado que se obtuvo fue un sistema de control y monitoreo para un implemento agrícola “fertilizadora”, que a continuación se muestra:

El presente trabajo realizado tiene como propósito obtener la mayor eficiencia en el uso de fertilizantes aplicados en la siembra de trigo.

El implemento diseñado debe fertilizar de manera uniforme y automática, donde el operador del tractor solamente debe de conducir y dejar trabajar al sistema, con lo cual debe lograrse esparcir mejor el fertilizante, más rendimiento del mismo, y así obtener mejores resultados en la cosecha.

Desde el punto de vista estructural el mismo está compuesto por: bastidor, tolva, mecanismo de transmisión, aspa, motor y engranes.

Constructivamente este implemento permite observar el cumplimiento de algunas tendencias en la agricultura como: Un buen diseño de implementación, gran fiabilidad, y mejores resultados en sus aplicaciones.

Luego del análisis de la problemática y los beneficios a obtener con el diseño del nuevo implemento, se analizaron los aspectos siguientes:

4.2 Partes principales del equipo

Las unidades ensambladas fundamentales que conforman el equipo son:

Bastidor: Formado por un rectángulo de tubos y el sistema de tres puntos para el acoplamiento del tractor.

Tolva: Esta constituida de láminas resistentes en forma de pirámide invertida, con capacidad para 500 kg de carga de fertilizante. La tolva va montada al bastidor mediante una base metálica, fijándose a ella con tornillos.

Mecanismo de transmisión: Consta de un motor hidráulico, el cual se acopla a la toma de fuerza del tractor a través de una flecha.

Motor: Se compone principalmente de dos partes, un estator que da soporte mecánico al aparato y tiene un hueco en el centro generalmente de forma cilíndrica. En el estator además se encuentran los polos, que pueden ser de imanes permanentes o devanados con hilo de cobre sobre núcleo de hierro. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, al que llega la corriente mediante dos escobillas, éste se alimenta a través de la batería del tractor, que será controlado por medio del PIC16F628.

Aspa: Esta incluye un plato donde se encuentra implementadas las aspas, que están construidas de lámina, la cual es doblada para tener un buen esparcimiento del fertilizante.

La manera en que está constituido el implemento de manera física se puede observar en el ANEXO 1, ya con todas las partes implementadas en el prototipo.

4.3 Construcción del prototipo

En la figura 4.1 se observa el diagrama de bloques que es la representación gráfica del funcionamiento interno del sistema y que define la organización de todo el proceso interno, sus entradas y sus salidas. Esto lleva a ver mas claramente lo que el sistema ocupa para cumplir con su objetivo, en la figura se observa que está conformado por un sensor y actuador. El encargado de recibir y mandar todos estos datos está constituido por un microcontrolador, el cual fue elegido ya que el encapsulado de éste es más pequeño que otros sistemas programables, así como las grandes tareas que puedes realizar con uno de éstos, además los costos son más bajos que otros como lo es un PLC.

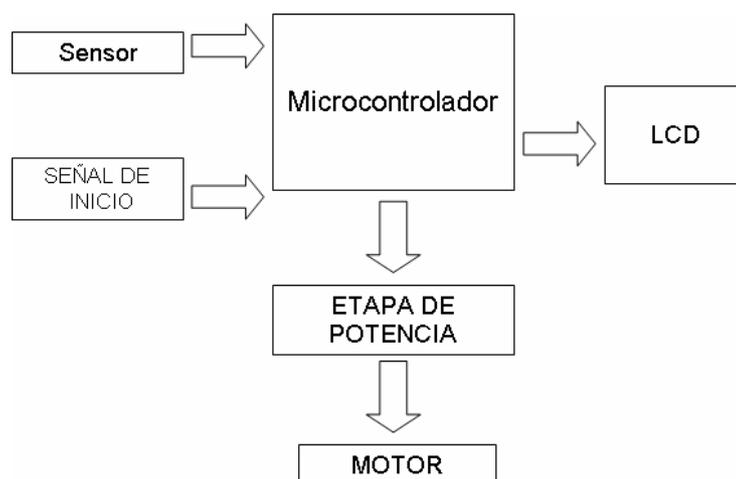


Figura 4.1. Diagrama a bloques del sistema

4.3.1 Selección del microcontrolador

Para armar un sistema primero hay que saber que piezas son las que se van a utilizar, con base en lo anterior se puede deducir que se necesita un controlador del sistema, un sensor y un actuador. Para la selección de estos dispositivos se optó por escoger primero que tipo de microcontrolador se requiere para esta tarea, en este caso por el que se tenía acceso y que se adecuó con todo lo que se pide, es decir, que se adapte a las características que se muestran en el diagrama a bloques, en base a esto fueron los microcontroladores PIC 16f84 y un PIC 16f628, ambos muy accesibles y con las características necesarias para cumplir con el objetivo.

En la selección del microcontrolador se optó por escoger por el PIC 16f628 (ver figura 4.2) por su oscilador interno, sus 3 temporizadores y además de su capacidad de memoria. El PIC 16F84 pudo haberse adaptado al sistema, sin embargo, este dispositivo se encuentra un poco mas limitado que el PIC 16F628, ya que solamente cuenta con un temporizador, menos capacidad de memoria y su oscilador externo el cual limita el uso de pines de entrada y salidas a 16 pines, en cambio el otro maneja los 18 pines.



Figura 4.2. Microcontrolador PIC16F628

4.3.2 Selección del sensor

En la parte del sensor se optó por un sensor magnético, ya que por el ambiente en que éste se va encontrar trabajando es el que más se adecua. Ya que otros no pueden ser trabajados donde hay mucho polvo, suciedad, es decir, en un trabajo más rudo. En la actualidad existe gran cantidad de sensores magnéticos los cuales se pueden aplicar en este proyecto, el sensor seleccionado para este trabajo es uno tipo switch el cual se acciona al momento de sentir un campo magnético.

Las características de trabajo de este sensor son las siguientes:

- Voltaje de inversión: 200 Vcc.
- Rompimiento de voltaje: 250 Vcc máximo.
- Tiempo de operación: 0,6 milisegundos máximo.
- Tiempo de liberación 0,1 milisegundo máximo.
- Vida útil de 1 a 200 millones de operaciones.

En base a estas características el modo de operación de este sensor se adapta al sistema, ya que cuenta con un amplio rango de voltaje de trabajo, el tiempo de operación es muy corto y éste se puede aplicar a las velocidades que maneja el microcontrolador, así como la vida útil ya que las activaciones del sensor alcanza para laborar cientos de hectáreas de trabajo. En la figura 4.3 se observa el sensor magnético reed switch de tipo rele o relevador utilizado en este proyecto.



Figura 4.3. Sensor magnético reed switch

4.3.3 Actuador

Para la acción del sistema se adquirió un motor de corriente continua que es manipulado por el microcontrolador en base a la señal de entrada, este tipo de motores son los más usados en la actualidad debido a su facilidad de control.

4.3.4 Pantalla de despliegue (LCD)

Para el despliegue de los datos del microcontrolador se optó por una pantalla de cristal líquido que muestra 16 caracteres y que contiene 2 filas, el cual lo hace muy práctico para desplegar datos largos o números con extensiones largas.

4.4 Diagrama de flujo del sistema

En la figura 4.4 se observa el diagrama de flujo el cual dio como resultado la programación del sistema de control y monitoreo de una fertilizadora agrícola.

Para llegar a los resultados de programación se siguió el diagrama de la figura 4.4, el camino más viable para la programación es saber que es lo que necesitas de entrada y salida, en este caso se tienen dos entradas y una salida. La primer entrada es para el sensor, el cual manda la señal de pulsos y la segunda la que inicializa al PIC. Lo primero que hay que saber es que si inicializó el sistema, como puede observarse en la primera condición del diagrama de la figura 4.4 si se presionó el botón de inicio.

Una vez inicializado el sistema se cargan algunas variables que son utilizadas para la configuración del PIC, el sistema tiene la opción de ser reiniciado en cualquier momento y regresar al estado inicial, en caso de oprimir el botón durante 3 segundos. De no ser así el sistema espera la captura de los pulsos, es decir, detecta la vuelta de la llanta del tractor y este es capturado en un tiempo, el cual es comparado con el tiempo actual al anterior, en base a esto se manda una señal de salida que es la que abre o cierra la compuerta.

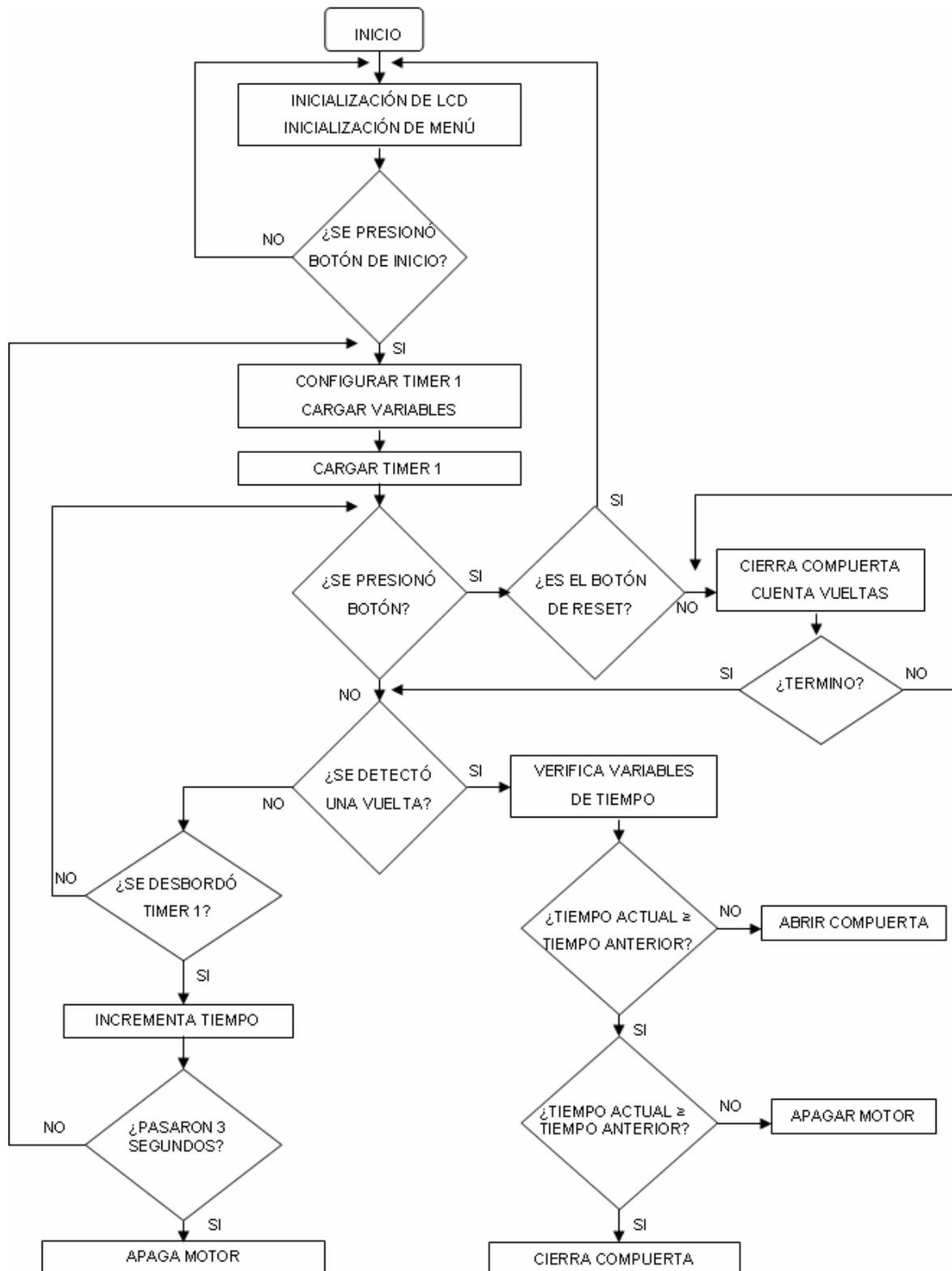


Figura 4.4. Diagrama de Flujo.

4.5 Programación del sistema en Mplab

Desde que se concibe un programa hasta que se graba en la memoria del microcontrolador suceden una serie de operaciones, el primer paso de un diseño basado en microcontrolador consiste en escribir el código fuente del programa en el lenguaje seleccionado. Posteriormente, ensamblar este lenguaje y así convertirlo en código ejecutable.

El código fuente del lenguaje ensamblador está estructurado en columnas. La programación del sistema siguió el siguiente lineamiento en la primer columna se encuentran las etiquetas, es aquí donde se encuentran los nombres de las subrutinas. Las siguientes tres columnas contienen el campo de instrucciones, el campo de datos y el campo de comentarios. Los comentarios fueron muy utilizados para no perderse en la programación y saber el motivo de cada instrucción.

La estructura del programa en Mplab ayuda a visualizar los errores de lógica programación y los errores de instrucciones los marca automáticamente al ensamblar el programa. En la figura 4.5 se muestra el ensamblado del programa con el cual se creó el archivo ejecutable utilizado para programar el microcontrolador PIC 16F628.

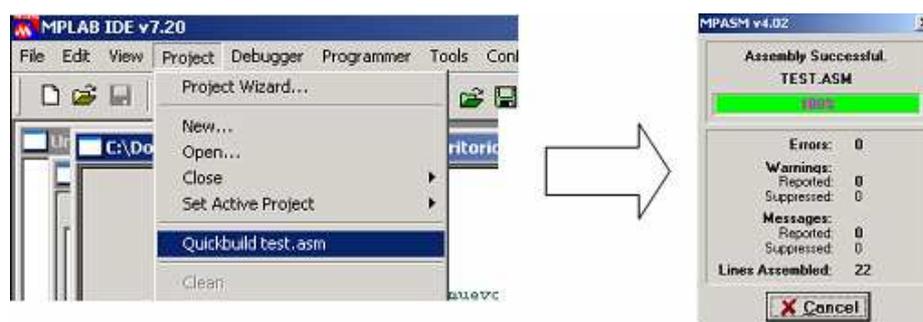


Figura 4.5. Ensamblado de un programa

Una vez que el proyecto quedó correctamente ensamblado, para comprobar su funcionamiento, se utiliza la herramienta de simulación Mplab sim. El simulador es un

software que se ejecuta sobre el PC y simula la ejecución de las instrucciones en el interior de la CPU del microcontrolador.

En una simulación lo que se pretende observar son los resultados que se tienen en la salida con respecto a su entrada, en este proyecto la salida va a depender de la variación de los pulsos de entrada del sensor, Mplab sim cuenta con una simulación de entradas que consiste en variar los valores de las líneas de entrada, el cual es denominado estimulación de entradas, en la figura 4.6 se observa la ventana que accedes para cambiar los valores de las líneas de entrada.

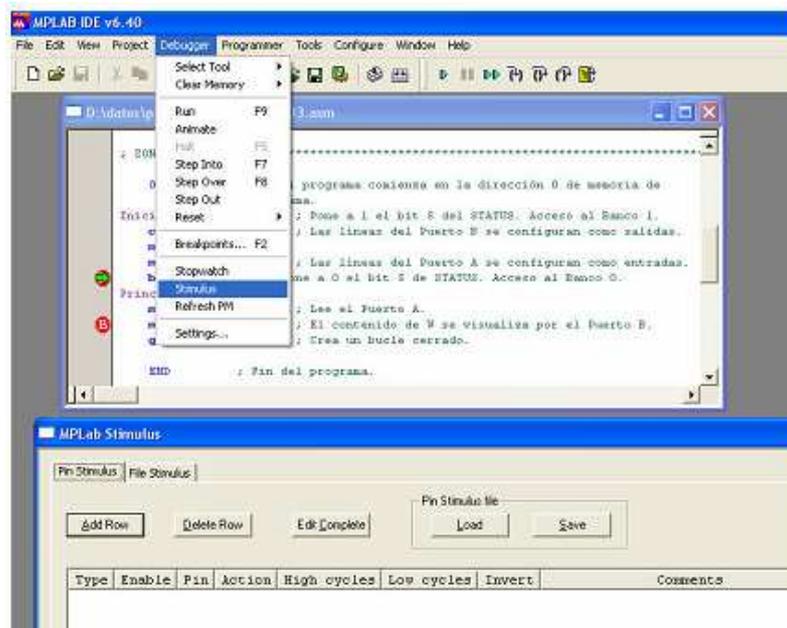
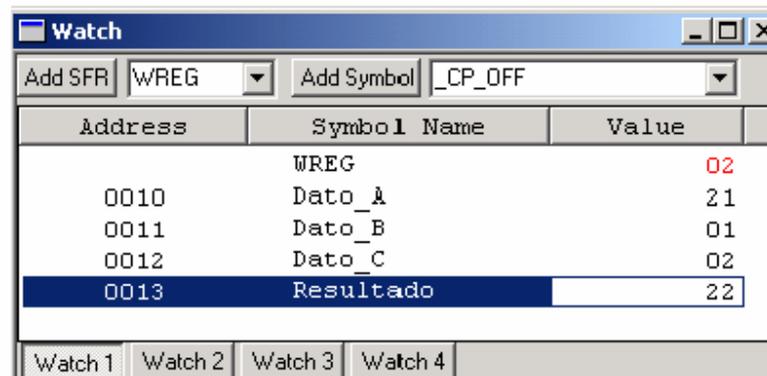


Figura 4.6. Menú para entrar en la ventana de estímulos

Con la ayuda de esta opción los cambios de entrada se pueden observar en la ventana de watch que se muestra en la figura 4.7 aquí se encuentran todos los registros y variables utilizadas en el código fuente, en simulación se pueden observar los cambios de estados de los puertos de entrada y salida.



The screenshot shows a window titled "Watch" with a table of memory addresses and symbol names. The table has three columns: "Address", "Symbol Name", and "Value". The "Value" column for the "Resultado" row is highlighted with a blue background. Below the table, there are four tabs labeled "Watch 1", "Watch 2", "Watch 3", and "Watch 4".

Address	Symbol Name	Value
	WREG	02
0010	Dato_A	21
0011	Dato_B	01
0012	Dato_C	02
0013	Resultado	22

Figura 4.7. Ventana de watch

4.6 Pruebas en Proteus

El entorno de diseño gráfico de esquemas electrónicos ISIS que incluye el Proteus es un ambiente muy fácil de manejar y contiene en las varias herramientas, las cuales facilitan el trabajo al momento de simular un sistema.

En la figura 4.8 se muestra una de las primeras pruebas realizadas en ISIS la conexión del LCD al PIC, como se puede observar en la imagen se encuentran dos push button con sus respectivas resistencias, de manera normal en que se conectan, el objetivo es mandar pulsos de entrada al microcontrolador y observar el comportamiento en la salida, en este caso desplegar datos en el LCD y la reacción de los pines que se encargan del actuador.

circuito, las pruebas realizadas en osciloscopio dieron la oportunidad de analizar la señal de entrada y las de salida, con la ventaja de poder analizar 4 señales distintas a la vez y compararlas. En la figura 4.10 se observa la señal de entrada y las de salida, las cuales manipulan al motor para abrir o cerrar la compuerta, los resultados que se presentan no son correctos ya que a una frecuencia fija solamente se debió observar solo un pulso a la salida el cual va a abrir la compuerta y este se apagará en un tiempo, el cual no volverá a encenderse ya que la frecuencia es fija, es decir, a una velocidad fija la fertilizadora no abre ni cierra la compuerta. Este resultado se debe a la velocidad del microcontrolador y los ciclos de instrucciones con los que cuenta el programa, en base a esto el sistema se programó en varios rangos de tiempos en la señal de entrada para estabilizar la señal de salida, es decir, darle tiempo a que se cumplan todas las instrucciones y que no afecte en la señal de salida.

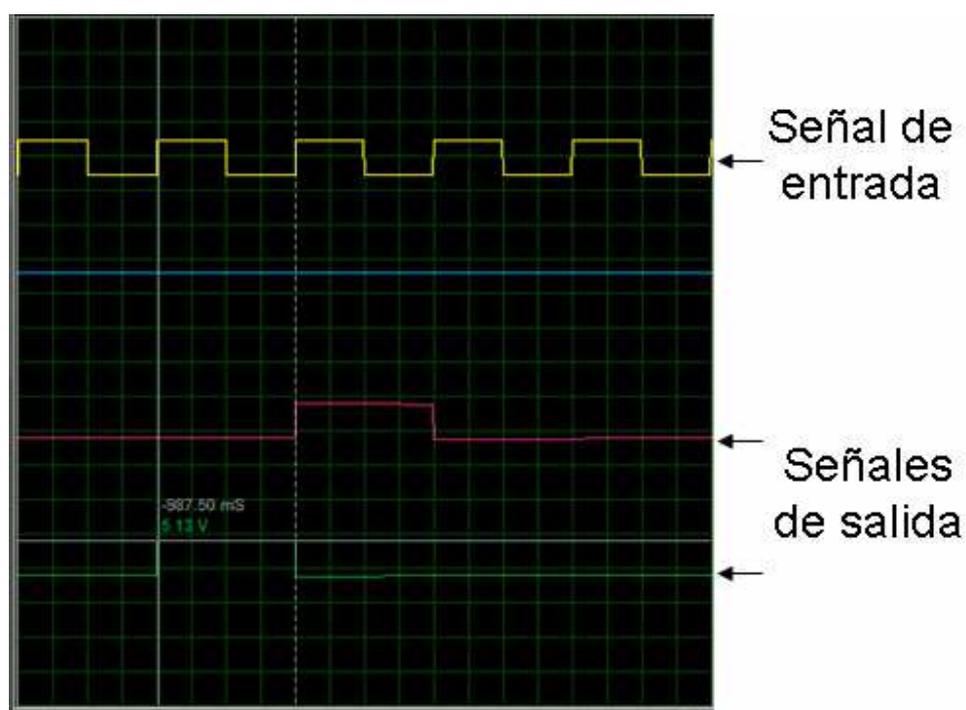


Figura 4.10 Ventana de osciloscopio en Proteus.

4.7 Circuito Impreso

En la figura 4.11 se observa el circuito impreso generado en Ares con todos los componentes utilizados en el sistema, con un circuito impreso se tiene ya los componentes fijos a la placa para que nada pueda perturbar el sistema y con los movimientos bruscos del tractor este pueda seguir operando en su forma normal.

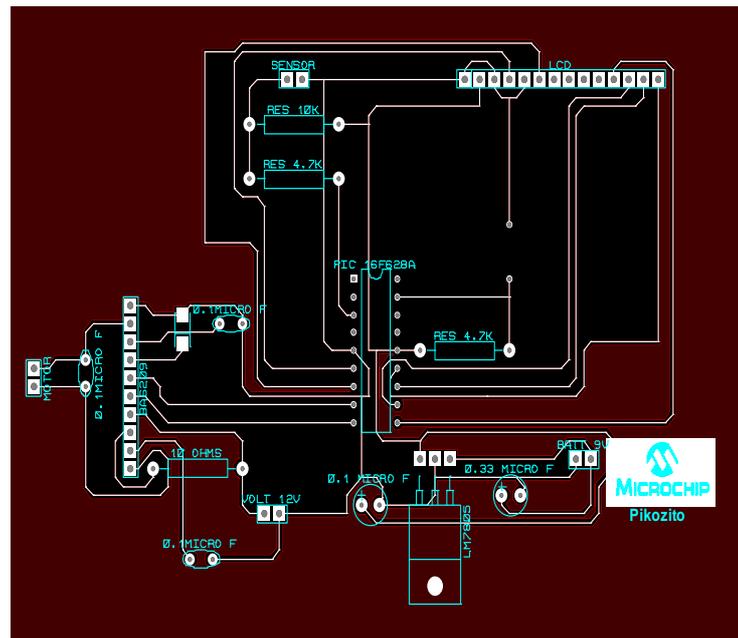


Figura 4.11. Circuito impreso

En la figura 4.12 se observa la placa con todos los dispositivos instalados, este circuito se encarga de controlar y monitorear el sistema.



Figura 4.12. Circuito implementado

4.8 Costos de implementación

Los costos implicados en el diseño del prototipo están basados en el material/equipo utilizado para implementar el prototipo, cabe aclarar que para la realización del proyecto los costos pueden ser más elevados, ya que los dispositivos utilizados en la implementación deben de cumplir con ciertas normas que en el mercado puedan ser encontrados a un alto costo.

A continuación se presenta una lista de costos utilizados para la realización del prototipo:

- RDS-1 Relevador magnético reed switch de 1 polo, 1 tiro (SPST) ¹ que tiene un costo en el mercado de \$13.00 pesos.
- PIC16F628A-I/P IC MCU FLASH 2KX14 EEPROM DIP ² que tiene un costo en el mercado de \$ 34.00 pesos.

¹ <http://www.steren.com.mx/catalogo/interior3.asp?pdto=RDS-1>

² <http://www.agelectronica.com/inicio.htm>

- PIC-500 Programador de microcontroladores PICs ³, para puerto serial que tiene un costo en el mercado de \$ 250.00 pesos.
- MC100 Cloruro férrico para grabado de circuito impreso de 930 ml ⁴, que tiene un costo en el mercado de \$ 71.00 pesos.
- FR-10X10 Placa fenólica de doble cara de 10 x 10 cm ⁵, que tiene un costo en el mercado de \$ 17.00 pesos.
- Display Lcd 2x16 backlight azul para modding ⁶ que tiene un costo en el mercado de \$150.00 pesos.
- Otros dispositivos electrónicos ⁷ utilizados en el sistema sumaron un total aproximado de \$ 400.00 pesos.

³ <http://www.steren.com.mx/catalogo/interior3.asp?pdto=PIC-500>

⁴ <http://www.steren.com.mx/catalogo/interior3.asp?pdto=MC100>

⁵ <http://www.steren.com.mx/catalogo/interior3.asp?pdto=FR-10X10>

⁶ http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-23847834-pantalla-lcd-matrical-2x16-para-proyectos-electronicos-_JM

⁷ <http://www.steren.com.mx>

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este último capítulo contiene información acerca de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación y se cumplió con el objetivo planeado desde el inicio del estudio. También se proponen algunas recomendaciones y sugerencias que podrían ser importantes plantear con respecto a lo que se investigó.

5.1 Conclusiones

Como ya se ha mencionado en los capítulos anteriores el fin de esta investigación es la elaboración de un sistema el cual tenga efectos positivos en la agricultura, en donde dicho proyecto pretende crear un gran impacto en las aplicaciones de fertilizantes utilizados en este tipo de implemento que se ha estado mencionando.

Con el control del sistema se puede lograr un ahorro notable en el uso de fertilizantes, ya que esto genera unos costos realmente altos, y así utilizando bien los recursos se obtiene más ahorro y un uso eficaz del producto.

Con el sistema de monitoreo el productor sabrá las dosis que realmente fueron aplicadas, lo cual tendrá un gran impacto en siembras futuras, se podrán hacer estadísticas para aplicar dosis que realmente ocupe la tierra.

5.2 Características de los dispositivos de implementación

Los dispositivos utilizados en un prototipo solamente son para dar muestra de lo que se piensa construir, mientras los dispositivos de implementación se tienen que estudiar a detalle para ver si pueden cumplir con el objetivo.

Las características que deben de cumplir los dispositivos electrónicos en la implementación son las que se mencionan a continuación:

- La temperatura al cual es expuesto, como se sabe los dispositivos estarán expuesto a temperaturas extremas ya sea frío o calor, ya que las temperaturas en el cual es manejado este tipo de implementos, son bajas por las mañanas y altas a medio día.
- La humedad es otro factor que se debe cuidar, ya que por lo regular los dispositivos utilizados en un tractor se encuentran al aire libre y la humedad puede ser un factor el cual pueda dañar el dispositivo si no se encuentra protegido.
- Es muy importante que los dispositivos sean resistentes a la tierra o polvo ya que es aquí donde los dispositivos serán expuestos.
- Otras de las condiciones al cual será expuesto es a la vibración, esto por el tipo de terrenos al cual es dirigido el implemento, así como a las vibraciones del mismo tractor.

5.3 Recomendaciones

Con este sistema se pueden obtener grandes resultados, sin embargo se deben de seguir las siguientes recomendaciones, para que estos tengan un efecto positivo en el sistema.

- Se recomienda calibrar el sistema en base a otros dispositivos electrónicos, como lo es Schiarre Tekno Electroniq Sembradora Fertilizadora, con la cual se podrían hacer comparaciones y tener resultados más positivos.
- Se recomienda seguir con el estudio del proyecto para mejorarlo, ya que este se encuentra enfocado para un solo objetivo, por lo que se le pueden agregar más aditamentos para utilizarlo en más propósitos, como lo es la siembra a voleo, con las características que el proyecto cuenta puede ser utilizado para esta aplicación, el cual sería una forma de hacer las siembras rápidas y precisas.
- En la parte electrónica verificar que el sensor este bien colocado y que éste se encuentre funcionando en perfectas condiciones, ya que al no ser calibrado, la máquina puede estar operando en rangos diferentes para el cual fue calibrado.
- Verificar que el motor abra la compuerta hasta el nivel más alto al cual es calibrado, ya que la velocidad máxima de trabajo del tractor, éste abre la compuerta hasta el tope y si se abre mas de lo calibrado el sistema no estará funcionando correctamente.
- Se recomienda que la fertilizadora trabaje en terrenos cuadrados para que este tenga un buen esparcimiento del fertilizante.
- Verificar la presión a la que se encuentra sujeta la compuerta, esto con el fin de saber la fuerza con la que tiene que trabajar el motor que abre y cierra la compuerta.
- Definir la capacidad máxima con la cual es llenada la tolva de la fertilizadora, esto con la función de no forzar la abertura de la compuerta y que el sistema no llegue a trabajar correctamente.

- La posición del motor el cual se encarga de abrir y cerrar la compuerta, este tiene que ser colocado de tal forma que no obstruya en el esparcimiento del fertilizante, así como a residuos que puedan llegar a dañarlo y obstruir en su funcionamiento.
- Calibrar la fertilizadora cada vez que se utilicen productos distintos con el cual esta calibrado, de no ser así el sistema tiene un funcionamiento distinto para el que es programado.

5.4 Mejoras que pueden ser agregadas al proyecto

Alertar al operador del tractor cuando se encuentre trabajando en rangos de velocidades distintos a los que fue programado el sistema, ya que a velocidades muy bajas la compuerta no es abierta y a velocidades altas no opera en condiciones a la que es programado.

La opción de monitorear la tolva es una de las mejoras que pueden agregarse al sistema, con esto el operador solamente con observar la pantalla podrá saber los niveles de fertilizante en la tolva, al igual un sistema de alerta cuando la tolva se encuentre a su capacidad mínima.

Recabar los datos y guardarlos, con el fin de crear un reporte el cual indique al productor el fertilizante aplicado y el área total al cual es aplicado. En base a este reporte el productor va a tener la certeza del trabajo que realizó la fertilizadora es la correcta.

Bibliografía

Adolfo González V., Introducción a los microcontroladores, José McGraw Hill

Anonimo, 2006. Fertilizantes de Petrobras. FertiPASA de PASA 23. 2-7.

Anonimo, 2008. Facultad de agronomía. Mecanización agrícola. (Ver <http://www.fagro.edu.uy/~maquinaria/docs/FERTILIZADORAS.pdf>).

Angulo J.M., Angulo I.; “MICROCONTROLADORES PIC. Diseño Práctico de aplicaciones. Primera parte: El PIC16F84. Lenguajes PBASIC y Ensamblador” Editorial MCGraw-Hill. Tercera edición.2003.

Angulo J.M., Cuenca E. Martín, Angulo I.; MICROCONTROLADORES PIC. La solución en un chip.” Editorial Paraninfo, Tercera edición, 2000.

ARIZONA Microchip Technology; “MPLAB IDE. User’s Guide”, (Documento Web); <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/51519B.pdf>.

Borja Fernandez, 2008. Microcontrolador PIC. Micropic. (Ver <http://micropic.wordpress.com>).

Cultivar , 2007. Maquinarias Cultivar. (Ver <http://www.maquinariascultivar.com.ar/nuevas/schiarre-sembradora-tekn-electronic-electroneumatica.html>).

Fertilizadoras (Documento Web); <http://www.fagro.edu.uy/~maquinaria/docs/FERTILIZADORAS.pdf>

Fundamentos de la detección de presencia, Rockwell Automation/Allen-Bradley.

Página Web Personal, <http://barraza-ae.blogspot.com/2009/01/fundamentos-fsicos-y-conceptos-bsicos.html>.

Ingeniería Eléctrica Electrónica, S.A, 2009. Presentación de Proteus. (Ver <http://www.ieeproteus.com/>)

James Johnston, 2009. Reed Switch. Electronics Meccano. (Ver <http://www.eleinmec.com/article.asp?23>).

La sembradora de chorrillo Página Web personal, <http://www.navarraagraria.com/n142/arsemba.pdf>.

Maquinaria - Agricultura de Precisión, (Documento Web); <http://www.e-campo.com/?event=news.display&id=764DBE37-5BDC-494D-97D6F6B446D25997&>.

Microchip PIC Microcontrollers., Data Book, Microchip Technology Inc. Microchip, The embedded control solutions company, 1997.

Miguel A. Taboada y Carina R. Álvarez, Junio 2008. Fertilidad Física de los Suelos- 2da. Edición.

ANEXO 1
Fertilizadora Electrónica



Vista Completa



Sistema de Engranes

ANEXO 2

Código del Programa

```
list p=16f628a ;indicas que usaras el pic 16f628
include p16f628a.inc ;incluyes las librerias del pic 16f628a
__config 0x3F18 ;configuras al pic con el oscilador interno
errorlevel 0,-302 ;se le indica esto para los errores de bancos no deseados
radix hex ;indicas al pic que manejaras numeros hexadecimales
CBLOCK 0X20
RESULL
RESULH
BCD0
BCD0H
BCD0L
BCD1
BCD1H
BCD1L
BCD2
BCD2H
BCD2L
CONTADOR1
TMP
AUX
R13
R0E
SUM1L
SUM1H
SUM2L
SUM2H
SALTO
SUM1LH
SUM2LH
SUM1HH
SUM2HH
SUM1LK
SUM2LK
SUM1HK
```

SUM2HK
VUELTA
CONTADOR
VARI2
CUENTAS
TIMERS
ENDC

INDIR EQU 0X00

ORG 0X00
GOTO INICIO

ORG 0X05

INICIO

MOVLW 0X07
MOVWF CMCON
BSF STATUS,RP0
MOVLW 0XFF
MOVWF TRISA
CLRF TRISB
BCF STATUS,RP0
CLRF PORTB
CAI LIMPIA
CALL BEGIN
CALL MENU1
CALL RETARDAR

CICLA

CALL BOTON1 ;MUESTRA MENU1 LA VOLADORA
GOTO CICLA

BOTON1

BTFSC PORTA,0 ;VERIFICA SI C PRESIONO EL BOTON, SALTA SI SE PRESIONO
GOTO \$+4
CALL ANTIRREBOTE0 ;VERIFICACION DE QUE SE ALLA SOLTADO EL BOTON
CALL LIMPIA
CALL MENU11
RETURN

```
*****
```

```
,
```

```
; R E S E T
```

```
*****
```

```
,
```

```
BOTON3
```

```
    BTFSC PORTA,0      ;VERIFICA SI C PRESIONO EL BOTON, SALTA SI SE PRESIONO
```

```
    GOTO $+4
```

```
    CALL ANTIRREBOTE0 ;VERIFICACION DE QUE SE ALLA SOLTADO EL BOTON
```

```
    CALL ESPERA
```

```
    CALL DOBLA
```

```
    RETURN
```

```
MENU1
```

```
    MOVLW 0X80
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C0 "O"
```

```
    MOVLW 0X4F
```

```
    CALL DATO
```

```
    MOVLW 0X81
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C1 "p"
```

```
    MOVLW 0X70
```

```
    CALL DATO
```

```
    MOVLW 0X82
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C2 "r"
```

```
    MOVLW 0X72
```

```
    CALL DATO
```

```
    MOVLW 0X83
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C3 "i"
```

```
    MOVLW 0X69
```

```
    CALL DATO
```

```
    MOVLW 0X84
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C4 "m"
```

```
    MOVLW 0X6D
```

```
    CALL DATO
```

```
    MOVLW 0X85
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C5 "a"
```

```
    MOVLW 0X61
```

```
    CALL DATO
```

```
    MOVLW 0X86
```

```
    CALL CONTROL ;POSICION C6 " "
```

```
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X87
CALL CONTROL ;POSICION C6 " "
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X88
CALL CONTROL ;POSICION C7 "B"
MOVLW 0X42
CALL DATO
MOVLW 0X89
CALL CONTROL ;POSICION C8 "o"
MOVLW 0X6F
CALL DATO
MOVLW 0X8A
CALL CONTROL ;POSICION C9 "t"
MOVLW 0X74
CALL DATO
MOVLW 0X8B
CALL CONTROL ;POSICION Ca "o"
MOVLW 0X6F
CALL DATO
MOVLW 0X8C
CALL CONTROL ;POSICION CC "n"
MOVLW 0X6E
CALL DATO
MOVLW 0X8D
CALL CONTROL ;POSICION CD ". "
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8E
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO

MOVLW B'00001111'
CALL CONTROL
```

RETURN

;

;SUBROUTINA DEL LCD

;

RETARDO

MOVLW 0XFF

MOVWF R13

DECRE

DECFSZ R13,F

GOTO DECRE

RETLW 0X00

CONTROL

BCF PORTB,0

GOTO DATO2

DATO

BSF PORTB,0

DATO2

BSF PORTB,1

MOVWF R0E

MOVLW 0X0F

ANDWF PORTB,F

MOVF R0E,W

ANDLW 0XF0

IORWF PORTB,F

CALL RETARDO

BCF PORTB,1

CALL RETARDO

BSF PORTB,1

MOVLW 0X0F

ANDWF PORTB,F

SWAPF R0E,W

ANDLW 0XF0

IORWF PORTB,F

CALL RETARDO

```
BCF PORTB,1  
CALL RETARDO  
RETLW 0X00
```

BEGIN

```
MOVLW 0X02  
CALL CONTROL  
MOVLW B'00101000'  
CALL CONTROL  
MOVLW B'00001100'  
CALL CONTROL  
MOVLW 0X06  
CALL CONTROL  
RETURN
```

LIMPIA

```
CLRF CUENTAS  
CLRF TIMERS  
CLRF RESULTH  
CLRF RESULTL  
CLRF SUM1L  
CLRF SUM2L  
CLRF SUM1H  
CLRF SUM2H  
CLRF SALTO  
CLRF VUELTA  
CLRF SUM1LK  
CLRF SUM2LK  
CLRF SUM1HK  
CLRF SUM2HK  
CLRF SUM1LH  
CLRF SUM2LH  
CLRF SUM1HH  
CLRF SUM2HH  
  
RETURN
```

MENU11

```
    MOVLW B'00001100'
```

```
    CALL CONTROL
```

```
;CONFIGURACION DEL TIMER 1
```

```
    MOVLW B'00110100' ;PRESCALER 1/8 EN MODO TEMPORIZADOR
```

```
    MOVWF T1CON
```

```
    BCF PIR1,TMR1IF
```

```
    CALL MUESTRA_HECT
```

```
    CALL MUESTRA_KILO
```

```
    movlw .15 ;VALOR SI SE PONE A 150 KG / HAS
```

```
    movwf SUM1LK
```

```
    MOVLW 0X01 ;PARA QUE VAYA INCREMENTANDOSE EL NUMERO DE UNO EN UNO
```

```
    MOVWF SUM1LH
```

RECARGAV

```
    BCF T1CON,TMR1ON ;PARA UN TIEMPO DE 0.1SEG CARGAR 53036 TIMER1
```

```
    MOVLW 0XCF ;EN HEXADECIMAL ES CF2C
```

```
    MOVWF TMR1H
```

```
    MOVLW 0X2C
```

```
    MOVWF TMR1L
```

```
    BSF T1CON,TMR1ON
```

CHECAV

```
    CALL BOTON3 ;RESET
```

```
    BTFSC PORTA,4 ;VERIFICA SI C PRESIONO EL BOTON, SALTA SI SE PRESIONO
```

```
    GOTO $+3
```

```
    CALL ANTIRREBOTE1 ;VERIFICACION DE QUE SE ALLA SOLTADO EL BOTON
```

```
    GOTO SALIDA
```

```
    BTFSS PIR1,TMR1IF ;BANDERA DE INTERRUPCION DEL TIMER 1, PARA TIEMPOS
```

```
    GOTO CHECAV ;VA A VERIFICAR SI YA AY UN PULSO
```

```
    BCF PIR1,TMR1IF
```

```
    INCF CONTADOR,F ;incrementa su valor cada 0.1 seg
```

```
    MOVF CONTADOR,W
```

```

SUBLW 0X1E
BTFSS STATUS,Z ;cuando llegue a 3 segundos apagar motor
GOTO RECARGAV ;es como un indicador de que el tractor esta parado
;
; BTFSC PORTB,2
; CALL CIERRA
BCF PORTB,2
BCF PORTB,3
CLRF CONTADOR
GOTO RECARGAV

```

```

;CIERRA

```

```

; BCF PORTB,2
; BSF PORTB,3
; CALL RETARDAR
; RETURN

```

```

SALIDA

```

```

;NOTA: VARI ES EL VALOR ACTUAL QUE TOMA

```

```

;VARI2 ES EL VALOR ANTERIOR EL CUAL SE VA A COMPARAR

```

```

MOVF CONTADOR,W
SUBWF VARI2,W
;chechar que cuando carri = 1 el reg >= W
BTFSS STATUS,C
GOTO MAYORREG
GOTO COMPARA

```

```

COMPARA

```

```

MOVF CONTADOR,W
SUBWF VARI2,W
;NOTA IMPORTANTE
;CUANDO LOS DOS VALORES SON IGUALES EL CARRIE SE PONE A 1
BTFSS STATUS,Z ;si Z=1 el resultado es cero
GOTO MENOREG
GOTO IWALREG ;SIGNIFICA QUE QUEDARON LAS VARIABLES IGUALES

```

```

MAYORREG

```

```

BSF PORTB,2 ;CIERRA COMPUERTA
BCF PORTB,3
MOVF CONTADOR,W

```

```

MOVWF VARI2
CLRF CONTADOR
CALL MUESTRA
BCF PIR1,TMR1IF
BCF INTCON,2
GOTO RECARGAV

```

MENOREG

```

BCF PORTB,2
BSF PORTB,3 ;ABRE COMPUERTA
MOVF CONTADOR,W
MOVWF VARI2
CLRF CONTADOR
CALL MUESTRA
BCF PIR1,TMR1IF
BCF INTCON,2
GOTO RECARGAV

```

IWALREG

```

BCF PORTB,2
BCF PORTB,3
CLRF CONTADOR
CALL MUESTRA
BCF PIR1,TMR1IF
BCF INTCON,2
GOTO RECARGAV

```

```

,*****
,

```

;SUBROUTINA PARA EL INCREMENTO DE LAS HECTARIAS

;NOTA: EL LLAMADO DE ESTA SUBROUTINA VA DEBAJO DESPUES DE QUE SE DIO UNA
VUELTA LA LLANTA

```

,*****
,

```

MUESTRA

```

    INCF VUELTA,F
    MOVF VUELTA,W
    SUBLW .5           ;ESTE ES EL CONTADOR DE NUMERO DE VUELTAS DE LA
LLANTA
    BTFSS STATUS,Z   ;CADA QUE SE CUMPLAN 0.01 HAS ESTE IRA INCREMENTANDO

```

```

RETURN
CALL MUESTRA_HECT
CALL MUESTRA_KILO
CLR F VUELTA
RETURN

```

```

;*****
;
;      ANTIRREBOTES
;*****
;

```

```

ANTIRREBOTE0
    BTFSS PORTA,0
    CALL TIEMPO
    RETURN

```

```

ANTIRREBOTE1
    BTFSS PORTA,4
    GOTO ANTIRREBOTE1
    RETURN

```

```

;*****
;
;MUESTRA EN LCD HECTARIAS EN LINEA 1
;*****
;

```

```

MUESTRA_HECT
    CALL HECTARIASV
    CALL CONVERSION
    CALL CARACTERES

```

```

    MOVLW 0X80
    CALL CONTROL
    MOVF BCD1L,W
    CALL DATO

```

```

    MOVLW 0X81
    CALL CONTROL
    MOVF BCD0H,W
    CALL DATO

```

```
MOVLW 0X82
CALL CONTROL
MOVLW 0X2E ;MUESTRA EL PUNTO EN LA POSICION 84
CALL DATO
```

```
MOVLW 0X83
CALL CONTROL
MOVF BCD0L,W
CALL DATO
```

```
MOVLW 0X84
CALL CONTROL
MOVLW 0X48 ;MUESTRA H EN LA POSICION 84
CALL DATO
```

```
MOVLW 0X85
CALL CONTROL
MOVLW 0X41 ;MUESTRA A EN LA POSICION 85
CALL DATO
```

```
MOVLW 0X86
CALL CONTROL
MOVLW 0X53 ;MUESTRA S EN LA POSICION 86
CALL DATO
```

```
RETURN
```

```
MUESTRA_KILO
```

```
CALL KILO
CALL CONVERSION
CALL CARACTERES
```

```
MOVLW 0X87
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
```

```
MOVLW 0X88
```

CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO

MOVLW 0X89
CALL CONTROL
MOVF BCD1L,W
CALL DATO

MOVLW 0X8A
CALL CONTROL
MOVF BCD0H,W
CALL DATO

MOVLW 0X8B
CALL CONTROL
MOVLW 0X2E ;MUESTRA EL PUNTO EN LA POSICION 8A
CALL DATO

MOVLW 0X8C
CALL CONTROL
MOVF BCD0L,W
CALL DATO

MOVLW 0X8D
CALL CONTROL
MOVLW 0X4B ;MUESTRA K EN LA POSICION 8C
CALL DATO

MOVLW 0X8E
CALL CONTROL
MOVLW 0X67 ;MUESTRA g EN LA POSICION 8D
CALL DATO

MOVLW 0X8F
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO

RETURN

```

,*****
;
;SUBROUTINA QUE VA SUMANDO LOS KILOGRAMOS
;DEPENDIENDO DEL VALOR QUE TENGA SUM1L
;ES LO QUE SE DESPLAGARA EN EL LCD
,*****
;

```

KILO

```

    movf  SUM1LK,W    ; Suma el byte más bajo.
    addwf SUM2LK,F    ; y lo guarda en Arit_Operando_2L.
    btfsc STATUS,C   ; Si hay acarreo incrementa en una unidad uno de
    incf  SUM1HK,F    ; de los bytes altos.
    movf  SUM1HK,W
    addwf SUM2HK,F    ; Suma el byte alto.
    MOVF  SUM1HK,W
    MOVWF RESULTH
    MOVF  SUM2LK,W
    MOVWF RESULTL
    RETURN

```

HECTARIASV

```

    movf  SUM1LH,W    ; Suma el byte más bajo.
    addwf SUM2LH,F    ; y lo guarda en Arit_Operando_2L.
    btfsc STATUS,C   ; Si hay acarreo incrementa en una unidad uno de
    incf  SUM1HH,F    ; de los bytes altos.
    movf  SUM1HH,W
    addwf SUM2HH,F    ; Suma el byte alto.
    MOVF  SUM1HH,W
    MOVWF RESULTH
    MOVF  SUM2LH,W
    MOVWF RESULTL
    RETURN

```

```

,*****
;
; SUBROUTINA LA CUAL SE ENCARGA DE SEPARAR LOS CARACTERES

```

```
;
DE LAS ECUACIONES NUMERICAS CONVERTIDAS A CHARACTER
.*****
;
```

CARACTERES

```
movf BCD2,W
andlw 0xF0
movwf AUX
swapf AUX,W
addlw 0X30
MOVWF BCD2H
```

```
movf BCD2,W
andlw 0x0F
addlw 0X30
MOVWF BCD2L
```

```
movf BCD1,W ;Tomo las décimas y centésimas
andlw 0xF0 ;y extraigo las décimas
movwf AUX ;se las paso a la variable AUX
swapf AUX,W ;y las coloco en la parte baja de W
addlw 0X30 ;se le suma 0x30 para convertirlo a caracter
MOVWF BCD1H ;el caracter se guarda en esta variable
```

```
movf BCD1,W ;Tomo las centésimas
andlw 0x0F ;de la parte baja de BCD1
addlw 0X30 ;le sumo el ASCII del 0
MOVWF BCD1L
```

```
.*****
;
```

;DECIMAS

```
.*****
;
```

```
movf BCD0,W ;Tomo las décimas y centésimas
andlw 0xF0 ;y extraigo las décimas
movwf AUX ;se las paso a la variable AUX
swapf AUX,W ;y las coloco en la parte baja de W
```

```

addlw 0X30
MOVWF BCD0H

```

```

movf BCD0,W ;Tomo las centésimas
andlw 0x0F ;de la parte baja de BCD1
addlw 0X30 ;le sumo el ASCII del 0
MOVWF BCD0L

```

```

RETURN

```

```

,*****
;
; Subprograma de conversión Binario a BCD
;
; Recibe el valor a convertir en 16 bits: BIN_ALTO & BIN_BAJO
; y devuelve los dígitos BCD asociados en: BCD2, BCD1 y BCD0
; -----
; BCD2:| 0 | Decenas Mil |
; BCD1:| Unidad Mil | Centenas |
; BCD0:| Decenas | Unidades |
; -----
,*****
CONVERSION

```

```

BINBCD BCF STATUS,C ;Puesta a cero del carry
        MOVLW 0x10 ;Cargamos 16 en el contador
        MOVWF CONTADOR1
        CLRF BCD2 ;Puesta a cero
        CLRF BCD1 ;inicial de las posiciones
        CLRF BCD0 ;finales
DESPLAZ RLF RESULT,F ;Rotación total
        RLF RESULTH,F ;desde el byte bajo
        RLF BCD0,F ;hasta el byte más alto
        RLF BCD1,F ;de los datos finales
        RLF BCD2,F ;en BCD
        DECFSZ CONTADOR1,F ;Si el contador es cero
        GOTO AJUSTE ;ya van 16 desplazamientos
        RETLW 0 ;y retornamos

```

AJUSTE MOVLW BCD0 ;Empleamos direccionamiento indirecto

```

MOVWF FSR ;para llamar al subprograma de ajuste
CALL AJBCD ;decimal de cada byte, primero con BCD0
MOVLW BCD1 ;Lo mismo con BCD1
MOVWF FSR
CALL AJBCD
MOVLW BCD2 ;Y lo mismo con BCD2
MOVWF FSR
CALL AJBCD
GOTO DESPLAZ ;Volvemos a las rotaciones

```

; Subprograma para ajuste BCD de cada byte

AJBCD MOVLW 3 ;Sumamos 3 a la posición a la que apunta FSR

```

ADDWF INDIR,W ;el contenido queda en W
MOVWF TMP ;Exploramos si en el primer dígito el
BTFSC TMP,3 ;resultado es mayor que 7
MOVWF INDIR ;si es así corregimos almacenando ese valor
MOVLW 0x30 ;Hacemos lo mismo con el dígito BCD superior
ADDWF INDIR,W
MOVWF TMP ;Exploramos sumando 30 al byte completo
BTFSC TMP,7 ;y si el dígito superior es mayor que 7
MOVWF INDIR ;lo almacenamos para corregir
RETLW 0 ;Retorno desde el subprograma AJBCD

```

TIEMPO

```

BCF T1CON,TMR1ON ;PARA UN TIEMPO DE 0.1SEG CARGAR 53036 TIMER1
MOVLW 0XCF ;EN HEXADECIMAL ES CF2C
MOVWF TMR1H
MOVLW 0X2C
MOVWF TMR1L
BSF T1CON,TMR1ON

```

ESPERAS

```

BTFSS PIR1,TMR1IF ;BANDERA DE INTERRUPCION DEL TIMER 1, PARA TIEMPOS
GOTO ESPERAS
BCF PIR1,TMR1IF
BTFSS PORTA,0
GOTO $+2
RETURN

```

```

INCF TIMERS,F
MOVF TIMERS,W
SUBLW 0X1E ;CUANDO SE CUMPLAN 3 SEGUNDOS SALTA
BTFSS STATUS,Z
GOTO TIEMPO
CLRF TIMERS
RESETEA
CALL LIMPIA
CALL BEGIN
CALL MENU1
BCF PIR1,TMR1IF
GOTO 0

```

```

*****
;
; MENSAJE DE ESPERA
*****
;

```

```

ESPERA
CALL LIMPIA_LCD
MOVLW 0X80
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X81
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X82
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X83
CALL CONTROL ;POSICION 83 "E"
MOVLW 0X45
CALL DATO
MOVLW 0X84
CALL CONTROL ;POSICION 84 "s"
MOVLW 0X73

```

CALL DATO
MOVLW 0X85
CALL CONTROL ;POSICION 85 "p"
MOVLW 0X70
CALL DATO
MOVLW 0X86
CALL CONTROL ;POSICION 86 "e"
MOVLW 0X65
CALL DATO
MOVLW 0X87
CALL CONTROL ;POSICION 87 "r"
MOVLW 0X72
CALL DATO
MOVLW 0X88
CALL CONTROL ;POSICION 88 "a"
MOVLW 0X61
CALL DATO
MOVLW 0X89
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8A
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8B
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8C
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8D
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8E

```

CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8F
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO

```

```

BCF PORTB,2
BCF PORTB,3

```

ESPERAS1

```

CALL BOTON3
BTFSC PORTA,4      ;VERIFICA SI C PRESIONO EL BOTON, SALTA SI SE PRESIONO
GOTO ESPERAS1      ;SI NO SE PRESIONO SALTA
CALL ANTIRREBOTE1 ;VERIFICACION DE QUE SE ALLA SOLTADO EL BOTON
CALL RETARDAR2
INCF CUENTAS,F
MOVF CUENTAS,W
SUBLW 0X05
BTFSS STATUS,Z
GOTO ESPERAS1
CLRF CUENTAS

```

RETURN

```

.*****
;
;      MENSAJE DE DOBLA
.*****
;

```

DOBLA

```

CALL LIMPIA_LCD
MOVLW 0X80
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X81
CALL CONTROL
MOVLW 0X20

```

CALL DATO
MOVLW 0X82
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X83
CALL CONTROL ;POSICION 83 "D"
MOVLW 0X44
CALL DATO
MOVLW 0X84
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X85
CALL CONTROL ;POSICION 85 "o"
MOVLW 0X6F
CALL DATO
MOVLW 0X86
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X87
CALL CONTROL ;POSICION 87 "b"
MOVLW 0X62
CALL DATO
MOVLW 0X88
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X89
CALL CONTROL ;POSICION 89 "I"
MOVLW 0X6C
CALL DATO
MOVLW 0X8A
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8B

```

CALL CONTROL ;POSICION 8B "a"
MOVLW 0X61
CALL DATO
MOVLW 0X8C
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8D
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8E
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0X8F
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO

```

DOBLAS

```

CALL BOTON3
BTFSC PORTA,4 ;VERIFICA SI C PRESIONO EL BOTON, SALTA SI SE PRESIONO
GOTO DOBLAS ;SI NO SE PRESIONO SALTA
CALL ANTIRREBOTE1 ;VERIFICACION DE QUE SE ALLA SOLTADO EL BOTON
CALL RETARDAR2
INCF CUENTAS,F
MOVF CUENTAS,W
SUBLW 0X05
BTFSS STATUS,Z
GOTO DOBLAS
CLRF CUENTAS

```

```

RETURN

```

LIMPIA_LCD

```

MOVLW 0XC0

```

CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC1
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC2
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC3
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC4
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC5
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC6
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC7
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC8
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XC9
CALL CONTROL
MOVLW 0X20

```

CALL DATO
MOVLW 0XCA
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XCB
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XCC
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XCD
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO
MOVLW 0XCE
CALL CONTROL
MOVLW 0X20
CALL DATO

```

```

RETURN

```

```

;*****
;
; RTARDO DE 1.5 SEGUNDO
;*****
;

```

```

RETARDAR

```

```

BCF T1CON,TMR1ON ;PARA UN TIEMPO DE 0.1SEG CARGAR 53036 TIMER1
MOVLW 0XCF ;EN HEXADECIMAL ES CF2C
MOVWF TMR1H
MOVLW 0X2C
MOVWF TMR1L
BSF T1CON,TMR1ON

```

```

ESPERASR

```

```

BTFSS PIR1,TMR1IF ;BANDERA DE INTERRUPCION DEL TIMER 1, PARA TIEMPOS
GOTO ESPERASR
BCF PIR1,TMR1IF

```

```
INCF TIMERS,F
MOVF TIMERS,W
SUBLW 0X0F ;CUANDO SE CUMPLAN 3 SEGUNDOS SALTA
BTFSS STATUS,Z
GOTO RETARDAR
CLRF TIMERS
RETURN
```

```
.*****
;
; RTARDO DE 0.1 SEGUNDO
.*****
```

```
RETARDAR2
```

```
BCF T1CON,TMR1ON ;PARA UN TIEMPO DE 0.1SEG CARGAR 53036 TIMER1
MOVLW 0XCF ;EN HEXADECIMAL ES CF2C
MOVWF TMR1H
MOVLW 0X2C
MOVWF TMR1L
BSF T1CON,TMR1ON
```

```
ESPERASR2
```

```
BTFSS PIR1,TMR1IF ;BANDERA DE INTERRUPCION DEL TIMER 1, PARA TIEMPOS
GOTO ESPERASR2
BCF PIR1,TMR1IF
MOVLW 0X01
SUBLW 0X01
BTFSS STATUS,Z
GOTO RETARDAR2
RETURN
```

```
END
```