300617
9
2ej

UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

"SISTEMA DE PESADO AUTOMATICO POR BACHEO PARA LA DESCARGA DE UN HORNO DE CAL POR MEDIO DE UNA COMPUTADORA PERSONAL"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
AREA ELECTRONICA

P R E S E N T A :

SERGIO FERNANDO CANEDO MACOUZET

Director de Tesis: Ing. Guillermo Aranda Pérez

México, D. F. 1993

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C A P I T U L A R I O

INTRODUCCION		4
CAPITULO I	"Proceso de Elaboración de Cal"	12
CAPITULO II	"Solución Propuesta al Control de Pesado"	20
CAPITULO III	"Desarrollo del Sistema Hardware"	42
CAPITULO IV	"Desarrollo del Sistema Software"	66
CAPITULO V	"Simulación del Sistema"	80
CONCLUSIONES		92
BIBLIOGRAFIA		95

TEMARIO:

Introducción

Antecedentes históricos de los sistemas de medición

CAP. I. Proceso de Elaboración de la Cal

1.1 - Descripción del proceso de elaboración

1.2 - Planteamiento del problema del pesado

CAP. II. Solución Propuesta al Control del Pesado

2.1 - Selección de Componentes

2.2 - La Celda de Carga (Transductor Peso-Voltaje)

2.3 - Uso de la tarjeta de juego como convertidora Analógico a Digital

2.3.1 -"Buffer" y "Driver" del bus de datos

2.3.2 - Descripción de los canales de E/S

2.3.3 - Descripción de la interfaz

2.3.4 - Especificaciones de pines del conector

2.4 - La Computadora, una alternativa para la solución

2.5 - Arquitectura de Entrada/Salida en una P.C

CAP. III. Desarrollo del Sistema Hardware

3.1 - La tarjeta prototipo

3.1.1 - Circuito 74LS245

3.1.2 - Circuito 74LS541

3.1.3 - El circuito integrado 8255

3.1.3.1 - Programación del 8255

3.2 - Diseño del Puerto de Control para PC's

3.2.1 - Descripción del proceso

3.2.2 - Manejo de señales dentro de la tarjeta prototipo

3.2.3 - Especificaciones técnicas de la tarjeta prototipo

3.3 - Circuitos involucrados en el control y retardo en las descargas

3.3.1 - Circuito integrado 14508B

3.3.2 - Circuito integrado 4066

3.3.3 - Circuito integrado 2240

CAP. IV. Desarrollo del Sistema Software

4.1 - Programa para conversión Decimal-Binario

4.2 - Programa de cálculo de tiempo para la siguiente descarga

4.3 - Programa de Entrada/Salida por Canal de Datos

4.4 - Programa General del proceso

CAP. V. Simulación del Sistema

5.1 - Desempeño funcional del sistema

5.2 - Simulación del sistema

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCTION

ANTECEDENTES HISTORICOS DE LOS SISTEMAS DE MEDICION

Desde su aparición, el hombre desarrolló métodos para pesar y medir, sin embargo no se conocen con exactitud los primeros vestígios de estos, y de sus equivalencias con los sistemas que en la actualidad se realizan.

Se cree que las primeras unidades empleadas por el hombre primitivo fueron las de longitud y peso, ya que las unidades de área, volumen y capacidad fueron establecidas posteriormente.

Es posible que las unidades de longitud fueron las primeras en existir y que estas se derivaron de las partes del cuerpo humano, como por ejemplo: el largo del pie, el ancho de la palma de la mano, el largo del antebrazo, etc. En un principio estas unidades no estaban bien definidas pero con el tiempo se fueron modernizando hasta que aparecieron estandares físicos que cubrían las necesidades de medición de una manera tan satisfactoria que día con día se fueron expandiendo por otros territorios y naciones

El conocimiento actual sobre el pesado y sus medidas ha llegado a nosotros por distintos medios. Algunos estándares antiguos fueron recuperados por arqueólogos y llevados a museos donde se encuentran actualmente. Las dimensiones de edificios antiguos descritas en obras de autores de la época nos permiten hacer una comparación con la arquitectura

actual, más no siempre se pueden obtener medidas claras de éstas comparaciones; en algunos casos sólo tenemos hipótesis y suposiciones. Al estudiar las evidencias encontradas en muchas fuentes y al correlacionarlas con hechos relevantes, se pueden obtener algunas ideas sobre el origen y desarrollo de las unidades. Estas han cambiado en forma gradual con el paso del tiempo de una manera compleja debido a la gran variedad de influencias a las que han sido sometidas.

Las medidas de peso tuvieron poco significado hasta que se necesitó comparar diferentes volúmenes del mismo material con objeto de ejercer control o realizar transacciones de tipo comercial. Algunos ejemplos de pesado de rocas existen desde el año 8000-7000 AC y se pueden encontrar en el Museo Británico. En la antiguedad los primeros usos parecen haber sido el pesado de polvo de oro, una sustancia tan preciada que era muy importante su medición exacta, otra necesidad importante de pesado se dió en el TRUEQUE de semillas u otros alimentos.

Dada la necesidad que ya empezaba a existir de tener mediciones exactas y homologadas sobre objetos que el hombre consideraba como valiosos, se fueron construyendo equipos con los cuales se pudieran hacer comparaciones de peso entre la muestra u objeto a medir, y el patrón, que es el objeto con respecto al cual se da una medición. Dando origen a lo que ahora conocemos como la balanza.

Balanza del latín **bilacia - bilanx:** Platillo. Aparato que sirve para determinar el peso de los cuerpos, por comparación con un peso patrón. Esta determinación se reduce a la comparación de dos fuerzas: por una parte el peso P1 del cuerpo considerado, y por la otra el peso P2 de una masa que sirve de patrón (llamada pesa).

El peso de un objeto es simplemente la atracción de la gravedad terrestre sobre él. Mucho antes de que los hombres supiesen algo sobre la gravedad, habían ya inventado la balanza para saber a cuánto llegaba la atracción o cuanto pesaba una cosa. La **Balanza** en cuanto tal fue utilizada antes de las dinastías Egipcias alrededor del año 5000 AC por lo que el uso de las medidas de peso poco exactas o falsas deben ser tan antiguas como las propias balanzas.

Durante la Edad Media, cuando cada país, cada región y hasta cada pequeño distrito tenían sus propias unidades de pesos y medidas, se presentaban muchos problemas.

Las investigaciones realizadas por Guillermo (El Conquistador) junto con la impresión de medidas, muestran la existencia de antiguos estándares de pesado.

Se tienen conocimientos del empleo de aparatos de pesado que datan del año 1250 A.C, dispositivos que no eran muy precisos pero que fueron evolucionando día con día hasta llegar a la época actual en que los procesos de medición del peso son muy exigentes y requieren de una mayor exactitud y rapidez.

En 1790, la Asamblea Constituyente de Francia, acordó que una comisión de sabios Franceses designados por la academia de ciencias de París estudiara el medio de unificar los sistemas de pesas y medidas en todo el mundo, a cuyo fin invitó a las demás naciones a enviar a sus hombres de ciencia. A pesar de la Revolución continuaron su trabajo lo mejor posible y, a su debido tiempo, crearon una sola regla para todas las pesas y medidas formando así el sistema métrico decimal.

La evolución que han sufrido las balanzas es tan grande que ha dado lugar a la creación de nuevos tipos, que cumplan con los requerimientos necesarios para satisfacer necesidades específicas, aunque el principio fundamental no ha cambiado.

Las requerimientos actuales del hombre lo han llevado a la necesidad de controlar procesos de diversa complejidad, que están determinados por el número de variables que intervengan en dicho proceso. La exactitud en el control de estas variables ha sido el motivo principal para la creación de diversos sistemas de medición y control, los cuales tienen como función supervisar constantemente estas variables y en el caso de que alguna o varias de ellas estén fuera de los lineamientos establecidos para el proceso, se puedan realizar los ajustes necesarios que den la corrección con el objeto de acercar las variables a su valor óptimo.

El éxito en un producto manufacturado depende en gran medida de la calidad con que éste se elabore. Esta calidad a su vez, está dada por el cuidado y exactitud que se tenga en su elaboración; en la que una parte importante suele ser la exactitud en el pesado de los materiales que intervienen en el proceso. Esto significa que: "Un buen cuidado y exactitud en la elaboración, da como resultado una buena calidad."

Toda industria que se dedique a la explotación de materias primas y elaboración de las mismas para producir elementos manufacturados, debe de cumplir con un cierto grado de calidad para que su producto sea lo que se espera que es y pueda competir contra otros productos similares.

La calidad máxima es la relación entre una excelente materia prima y un inmejorable proceso productivo.

Dada la importancia que tiene la calidad en un producto manufacturado y los efectos económicos y de mercado que se producen con la falta de ella, es necesario mantenerla bajo un estricto cuidado, por lo que es necesario un control adecuado de la misma en cada etapa de la elaboración.

El tema de esta tesis es el control del vaciado de la piedra del horno, que se da de una manera contínua las 24 horas del día y cuya duración dentro del horno, desde su entrada por la parte superior de éste hasta su salida por la parte inferior

del mismo, debe ser de 24 horas para que se obtenga la máxima calidad al menor costo para su cocimiento. Es necesario llevar el control de el vaciado de piedra de una manera exacta para mantener el nivel de piedra en el horno siempre constante y para evitar una sobrecocción o falta de la misma perjudicando la calidad final en el producto terminado.

El desarrollo de esta tesis consta de cinco capítulos, que son:

Capítulo Uno.- "El proceso de elaboración de la cal", donde se explica como se elabora la cal, y cuales son las limitantes actuales para su mejor control.

Capítulo Dos.- "Solución propuesta para el control de pesado", que es donde se explica cual es la solución que se propone para suprimir las limitaciones actuales, así como el equipo necesario para realizar el proyecto.

Capítulo Tres.- "Desarrollo del sistema Hardware", en el que se tratan los componentes específicos involucrados, que dan un mayor control al proceso.

Capítulo Cuatro.- "Desarrollo del sistema Software", en esta sección se tienen los programas de adquisición, cálculo y control del proceso, así como de los dispositivos involucrados.

Capítulo Cinco.- "Simulación del sistema", en esta parte se simula el proceso con dispositivos que no son los que realmente estarán en uso, sino que se pueden utilizar para ejemplificar el proceso evitando la pérdida de tiempo en el proceso por las pruebas.

CAPITULO I

PROCESO DE ELABORACION DE LA CAI

1.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

La CAL, está formada por compuestos de carbonato de calcio, es un elemento altamente utilizado en la construcción, pero su utilidad no termina ahí; en la agricultura, la cal significa óxido de calcio u óxido de calcio y magnesio. Aunque la cal no es un fertilizante, pues no suministra nitrógeno, fósforo ni potasio, su función principal consiste en la reducción de la acidez de la tierra, con lo que se obtiene un campo propicio para que los fertilizantes y abonos orgánicos surtan efecto y se den grandes rendimientos.

Otro uso importante de la cal, es como fuente de calcio en la alimentación de los animales de granja y de engorda, ya que la falta de calcio y de fósforo en su alimento diario, da como resultado huesos débiles que pueden romperse debido al peso del animal, afectando tendones y articulaciones. Esta enfermedad se llama Raquitismo y es signo seguro de que el alimento es deficiente en minerales.

El proceso para la elaboración de la CAL se inicia con la extracción de la materia prima que es piedra caliza (carbonato de calcio) que se formó mediante la compresión de sedimentos fósiles marinos a través de miles e incluso millones de años.

Una vez extraida la piedra caliza (compuesto formado por Ca_2CO_3) que se logra por medio del dinamitado, le siguen varias etapas (fig. 1.1), la piedra es puesta en camiones y transportada desde la cantera hasta la quebradora a donde se vacía y se tritura por medio de molinos para piedra, de tipo de quijada, bolas, etc. De los molinos, el producto es llevado por medio de una banda transportadora a través de cribas donde se separan las piedras por tamaños ya sea para venta como grava o para ser almacenada para satisfacer los requerimientos de los hornos. La extracción de piedra y la quebrada de la misma, sólo se realiza durante dos turnos, debido a la dificultad de extracción durante la noche, mientras que el cocimiento es continuo las 24 horas del día (tres turnos).

El proceso de control para la descarga por lotes de un horno de cal, es un método de detección de la producción en bruto de piedra caliza la cual después de un largo camino que se inicia con la extracción de la piedra, transportación, etc. llega al horno de cocimiento donde al ser calcinada dentro del horno pierde anhídrido carbónico CO_2 y el carbonato de calcio se transforma en CaO. Este proceso dura un día (24 hrs.) a temperaturas muy elevadas dando como resultado piedra de cal viva en forma de terrones.

DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL

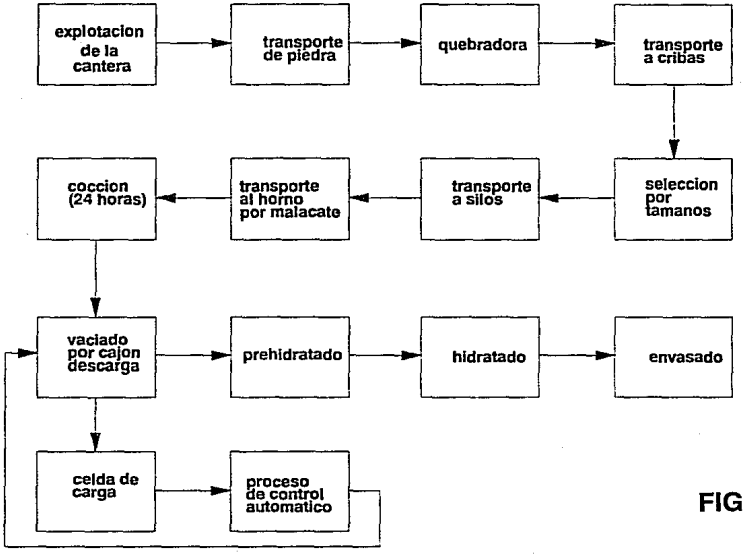


FIG. 1.1

Cuando la piedra dentro del horno ha cumplido con todas las condiciones para su cocción y llega a la tolva de salida en la parte inferior del horno, donde por medio de un vibrador, se permite o detiene la salida del horno, según esté o no en movimiento el vibrador. Este proceso es continuo, por tanto, constantemente se da entrada a nueva piedra por la parte superior del horno y salida de la piedra ya cocida por la parte inferior del mismo, en donde se localiza la tolva de salida y el vibrador, como se muestra en la figura 1.2.

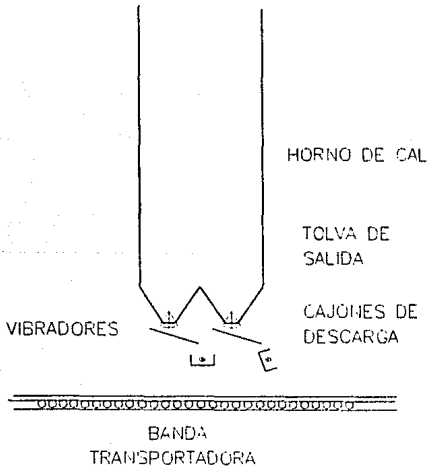


fig. 1.2

El vibrador recibe la piedra de la tolva de salida del horno y la pone en movimiento cuando se acciona mediante el control del tiempo de encendido del motor del vibrador. La piedra pasa del vibrador a un cajón de descarga y de este a una banda transportadora. La descarga del cajón sobre la banda transportadora se realiza cuando el peso del material es de 25 Kg o más y el vibrador se ha detenido.

Un exceso en los 25 Kg del cajón de descarga se debe a que parte del material rueda después de haberse apagado el vibrador causando por tanto que este exceso perjudique el proceso como se explicará más adelante.

El vibrador es una placa de acero que se localiza por debajo de la tolva de salida y que es accionada mediante un motor eléctrico que le transmite un movimiento del tipo oscilatorio. Este movimiento hace que las piedras se delicen sobre la placa y caigan directamente sobre el cajón de descarga. El cajón de descarga trabaja por medio de un dispositivo con un contrapeso; cuando el peso en el cajón de descarga es mayor que el del mismo contrapeso, éste rotará sobre su eje dejando caer su contenido sobre la banda transportadora que llevará el contenido de piedra de cal viva a una tolva para su venta a granel o a un silo de donde se alimentará el prehidratador y posteriormente la hidratadora produciéndose lo que conocemos como cal hidratada, que es el resultado de añadir suficiente agua a la cal viva para satisfacer su afinidad química. Este proceso se conoce como

hidratación y es regulado cuidadosamente por métodos modernos dando como resultado un material muy fino parecido a la harina que se envasa en sacos de papel para su futura venta. Este envasado es automático y solo requiere que un operador introduzca los sacos de papel en cada una de las bocas de llenado cada vez que sea necesario.

1.2 Planteamiento del Problema del Pesado

Dado que el proceso de cocción de la piedra es un proceso continuo, el material fluye a través del horno debiendo permanecer un determinado tiempo en él para que se obtenga una calidad óptima.

El flujo en el horno queda determinado por la descarga y si ésta no es lo suficientemente precisa como ocurre con el sistema de pesado actual, la permanencia de la piedra en el horno es menor a la óptima, lo que ocasiona una disminución en la calidad del producto.

Si el proceso de pesado a la salida del horno fuera más preciso, el material permanecería el tiempo adecuado en éste obteniendose la calidad deseada, lo anterior nos lleva a proponer un cambio en el sistema de pesado actual, que si bien es automático, no tiene la precisión que se requiere.

Cada horno cuenta con cuatro tolvas de salida y con una producción total diaria de 100 toneladas, por lo tanto se deben vaciar 25 toneladas por cada una.

Las deficiencias actuales del sistema son producidas porque aunque las capacidades del cajón de descarga son iguales, el peso del material contenido dentro es distinto pesada con pesada; como las descargas siempre se realizan en el mismo período de tiempo se va dando un error que se vuelve acumulativo y a su vez debe ser considerado en cada una de las cuatro tolvas de salida. Al final de la jornada de trabajo este error ya es considerable y por lo tanto la calidad ya no es la óptima que se espera del producto.

CAPITULO II
SOLUCION PROPUESTA AL CONTROL DEL PESADO

El proceso de automatización que se propone, consiste en un monitoreo contínuo del peso exacto descargado por parte del cajón. Como es muy difícil hacer que todos los pesos de las descargas sean iguales, es necesario variar el tiempo entre éstas para que en cada descarga se haga un ajuste del tiempo con respecto a la siguiente. Este ajuste dependerá del peso detectado en el cajón; si el peso es mayor que el rango medio indicado para que se produzca la descarga (25 Kg), se hará la siguiente descarga en un lapso mayor que la descarga anterior. Con esto estamos equilibrando el exceso en peso decargado por medio de menos descargas durante el día. Si por el contrario el peso descargado es menor al del rango medio de descarga, (entre 23 y 25 kg) el siguiente vaciado será en un tiempo menor que el anterior, dando como resultado que se de mayor número de vaciadas durante el día. Para que se genere la orden de paro al vibrador es necesario que se detecte un peso mínimo en el cajón de 23 kg. Si esto no se cumple el vibrador continuará funcionando hasta que el peso sea por lo menos el indicado anteriormente y se mande su orden de paro.

Cuando se detecta que el peso dentro del cajón es mayor de 23 kg, se envía la orden de paro al vibrador. Posteriormente deja transcurrir tiempo suficiente por si existe desliz de piedra después de apagado el vibrador, para tomar la medición exacta del peso en estado estacionario. Este peso es captado por un dispositivo que se analiza más adelante y

que es el encargado de enviar una señal en forma de voltaje que es proporcional al peso detectado. Con esta señal se hace el ajuste necesario en el tiempo de descarga con la ayuda de otros dispositivos adicionales.

Los circuitos usados para el control de tiempo entre descargas, han sido seleccionados debido a que sus características cumplen con los requerimientos deseados en el proceso. El controlador tiene la función de variar el período de tiempo entre una descarga y la otra, esto con la finalidad de hacer un ajuste continuo para mantener una relación mas exacta entre el sobrante de material a descargar y el tiempo óptimo restante para cumplir la condición.

2.1 SELECCION DE COMPONENTES

Este proceso requiere como ya se vió de varios dispositivos entre los cuales se necesita de uno que sea el encargado de medir el peso que va a ser descargado por parte del cajón y enviar como respuesta un voltaje que sea equivalente al peso detectado.

El dispositivo que se encarga de medir continuamente el peso que se descarga del horno hacia el cajón se llama **CELDA DE CARGA** y funciona como un transductor que cambia la señal detectada en unidades de peso por un equivalente en forma de voltaje.

Es necesario el uso de un equipo que pueda ser utilizado como controlador ya que la información procedente de la celda de carga debe ser recogida, analizada y procesada por

él para dar una solución en la próxima descarga. Dada ésta necesidad se pensó en el uso de una computadora personal; ya que se pueden encontrar en el mercado computadoras capaces de llevar este proceso con gran eficiencia, funcionalidad y rapidez, a precios muy por debajo que el de un controlador industrial.

La señal procedente de la celda de carga es de tipo analógico y debe ser amplificada a niveles que van desde los 0 hasta los 5 volts, posteriormente debe ser convertida a una señal digital que es la que se maneja dentro de la computadora. Para este cambio de señal analógico/digital es necesario el uso de un convertidor o tarjeta convertidora que puede ser una tarjeta de joystick o palanca de juego y con la que podemos hacer esta conversión a un costo muy accesible. Esta tarjeta se introduce dentro de la computadora en una ranura de expansión y tiene comunicación directa con todos los canales internos de la misma, es la encargada de convertir la señal de entrada en una señal comprensible para la computadora. La lógica de la computadora junto con un circuito temporizador externo controlará las subsecuentes descargas del horno para mantener siempre una relación adecuada entre peso y tiempo.

El controlador junto con el dispositivo encargado del cálculo de tiempo controlará que se produzca el funcionamiento adecuado tanto en el llenado del cajón como en el vaciado del mismo.

A continuación se tratan los componentes anteriormente mencionados, así como de los dispositivos encargados del control y cálculo de tiempo que son una parte muy importante para lograr los objetivos del sistema propuesto como se puede ver en la fig. 2.1

El diagrama muestra todos los pasos por los que pasa la señal (peso de piedra) del cajón de descarga hasta que se da la orden para que sea vaciado el cajón.

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACION

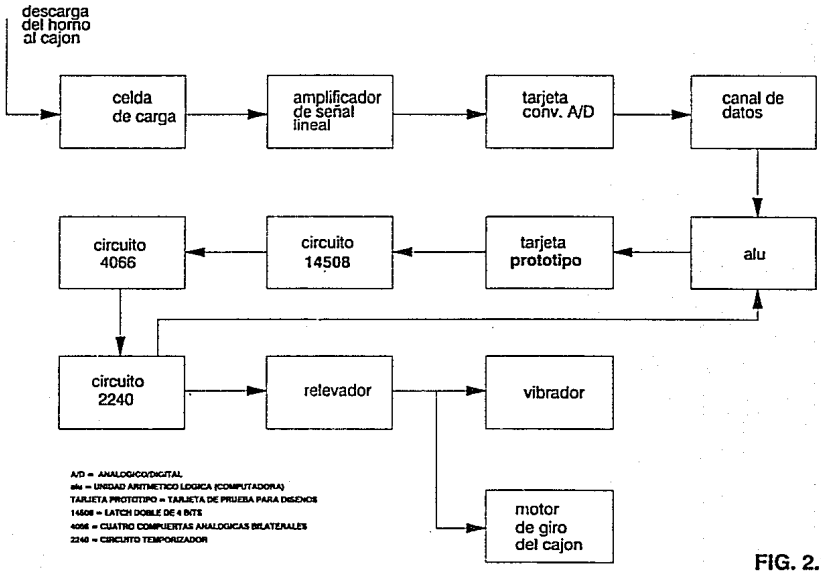


FIG. 2.1

2.2 LA CELDA DE CARGA

DEFINICION:

La celda de carga es el instrumento mecánico-eléctrico (transductor) con la que se pueden obtener mediciones de peso, ya sea siendo ésta sometida a tensión como a compresión y entregando un voltaje que dependerá de la magnitud de la fuerza a que es sometida.

DESCRIPCION:

Esta celda de carga es del tipo multiuso y es capaz de trabajar a tensión o a compresión. Es altamente usada para mediciones en alta escala y para todo tipo de equipos. Se puede utilizar tanto en fábricas pequeñas como en la gran industria. Este modelo debe ser fuertemente sujeto en una de sus extremidades y sometido a la acción de la fuerza (peso del cajón) en la otra. Puede ser capaz de soportar grandes pesos sobre su superficie, debido a que existen celdas para diferentes capacidades.

Existe otra versión capaz de trabajar bajo agua (TRANSEAL II). Su sellador mantiene la precisión de la celda de carga aún cuando esté sumergida durante largos períodos.

Las capacidades de estas celdas van desde las 50 hasta las 10,000 libras y en dos tipos de materiales, Acero inoxidable o Acero con baño de nickel.

Estas celdas trabajan con una excitación de 10 volts de corriente directa (Vdc) y como máximo 15 Vdc, y de acuerdo a la magnitud de la fuerza a que son sometidas entregan una salida que va de los 3.0 a los 3.6 mV por cada volt aplicado (mV/V); siendo esta variación lineal, con respecto a la fuerza aplicada.

Es de vital importancia el uso de una fuente de poder regulada, que entregue siempre el mismo voltaje no importando la carga a la que sea sometida, pues pequeñas variaciones en el voltaje de alimentación de la celda, se traducirán en errores en la medición de la carga debido al poco nivel de voltaje que manejan.

DATOS TECNICOS:

- Capacidades (kg) 23, 45, 91, 140, 230, 340, 450, 680, 910, 1400, 2300 y 4500 kg
- Excitación (Vdc) 10 nominal a 15 máximo
- Medición de salida (mV/V) de 3.0 a 3.6
- Impedancia de entrada (Ohms) 390 ± 15
- Impedancia de salida (Ohms) 350 ± 3.5
- Temperatura de operación (^{o}C) -50 a 90 grados

CELDA DE CARGA

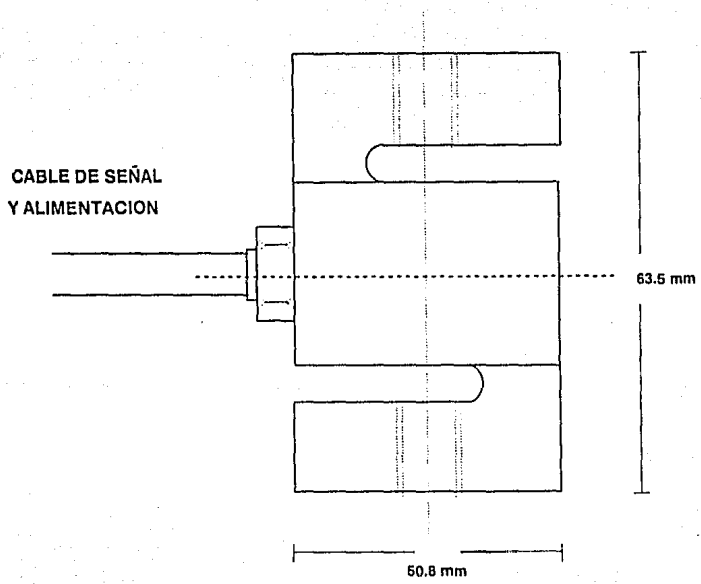


Fig. 2.2 Celda de Carga

Para comunicar la fuerza a la celda de carga se ha empleado un dispositivo consistente en una barra con un apoyo en medio y en uno de cuyos extremos se aplica la carga y en el otro se transmite esta a la celda de carga como se ilustra en el esquema siguiente.

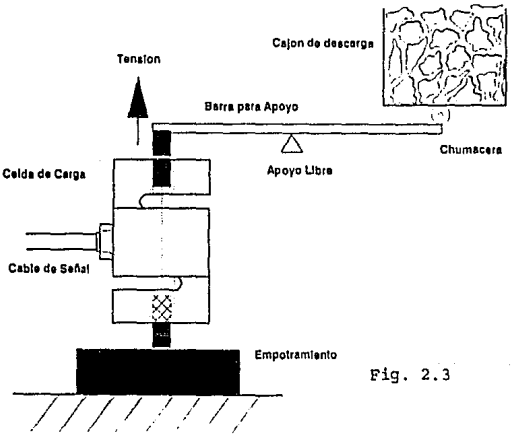


Fig. 2.3

Este dispositivo enviará una señal contínua en forma de voltaje (3 - 3.6mV/V), que variará dependiendo de la tensión a que sea sometida por el peso de la piedra dentro de el cajón de descarga. Si el cajón está vacío el dispositivo deberá mandar un voltaje específico que consideraremos como cero (0) y si el cajón contiene un número x (cualquier número) de kilogramos por ejemplo 25

kilogramos el dispositivo mandará otro voltaje que al ser captado por el puerto de la tarjeta de entrada de señal de la computadora y analizado por el programa, decidirá enviar una señal al vibrador para que detenga su movimiento y deje de tirar piedras al cajón de carga. Si por el contrario detecta que aún no llega al peso necesario el cajón de descarga, (menos de 23 kg) mantendrá al vibrador en funcionamiento hasta que se cumpla la condición del peso establecido anteriormente.

Cuando el nivel de voltaje entregado por la celda de carga y recibido por los dispositivos de control sea el equivalente al peso indicado o superior a éste, es decir se encuentre excedido en peso, se mandará la señal de paro al vibrador, y se empezará a muestrear la señal de voltaje entregada por la celda de carga hasta que permanezca invariable.

Posteriormente se enviará una señal en forma de voltaje desde la tarjeta de control a otro sistema que hará girar el cajón de carga sobre su eje transversal para vaciar la piedra a una banda transportadora donde continuará su trayectoria de producción.

El proceso debe estar programado tanto para controlar el encendido como el apagado del vibrador, el monitoreo del peso dentro del cajón de descarga y el sistema de rotación del cajón de carga que vaciará la piedra a la banda

transportadora. Esto debe repetirse de manera independiente para cada una de las cuatro básculas que estarán en la parte inferior del horno y que deben de cumplir con las mismas condiciones y requerimientos.

La parte principal del proceso tema de este proyecto es el control y ajuste de tiempo entre las descargas con objeto de lograr un vaciado de la producción diaria del horno que quede dentro del rango del ±0.01% (aprox. 25 Kg en 25 toneladas que debe descargar cada una de las 4 tolvas por cada 24 horas).

Debido a que las descargas al cajón no serán siempre iguales en peso, ya que el tamaño de las piedras siempre tiene diferencias y las piedras que ruedan después de apagar el vibrador no son siempre del mismo peso, es necesario que el controlador haga ajustes de tiempo después de cada descarga para no exceder el límite de cocción del horno, ni descargar menos de este límite. Este punto es de suma importancia debido a que así como el horno es descargado continuamente por sus cuatro tolvas de salida, de igual forma es cargado con un total de 100 toneladas cada 24 horas para mantener la producción óptima.

El proceso de llenado continuo del horno, se dá de la siguiente manera: El horno tiene un sensor de nivel de piedra; cuando esta baja de este nivel, el malacate empieza

a subir piedra hasta que se vuelve a alcanzar el nivel máximo, lo cual hace que el horno este siempre cargandose para mantener el nivel deseado.

Además para el proceso de descarga se cuenta con un detector de obstrucción o falla. Este detector envia una señal de alarma al operador de horno al detectar un problema.

2.3 USO DE LA TARJETA DE JUEGO COMO CONVERTIDORA DE ANALOGICO A DIGITAL

La tarjeta de control de joystick o palanca de juego, permite el uso de hasta cuatro palancas conectadas en la parte posterior de la tarjeta. Esta interfaz de control se conecta a la tarjeta principal de la computadora o a un slot o ranura de expansión. Además se pueden conectar cuatro entradas para switches (entradas digitales). Este adaptador complementado con el software convierte los valores resistivos de la palanca en una posición relativa de la misma. Al ser recibida una señal de salida, cuatro circuitos de conteo se inicializan. Al determinarse el tiempo requerido por el circuito (en función de la resistencia), la posición de la palanca puede ser determinada. Este adaptador se puede utilizar para propósitos generales de I/O (entrada/salida) a la tarjeta con cuatro entradas analógicas (resistivas) y cuatro digitales como es nuestro caso.

La utilidad de esta tarjeta en nuestro proyecto, es la de convertir la señal proveniente de la celda de carga que es un voltaje, en una señal digital formada por "unos y ceros" (estados altos y estados bajos) que es el lenguaje interno utilizado por las computadoras. Dependiendo del valor de voltaje que detecte la tarjeta, ésta dará una palabra digital, que será analizada por la computadora para dar la respuesta más apropiada al valor recibido.

2.3.1 "BUFFER" Y "DRIVER" DEL BUS DE DATOS

Los valores del canal de datos son almacenados por un 74LS244 "buffer/driver". Para un "In" de la dirección hexadecimal 201, el adaptador de control de juego manejará el canal de datos; en cualquier otra opción el buffer quedará en estado de alta impedancia.

2.3.2 DESCRIPCION DE LOS CANALES DE E/S

A9-A0 Las líneas de dirección 9 al 0 se usan para direccionar el adaptador de control de puerto.

D7-D0 Líneas de datos del 7-0 son el llamado bus de datos.

IOR, IOW I/O read o write se usan para leer de o escribir a un adaptador (In o Out).

AEN Cuando esta activo, el adaptador debe estar inactivo y el driver del bus de datos inactivo también.

5 Vdc Voltaje para el adaptador de control de juego

GND, A19-A10, MEMR ,MEMW, DACK0-DACK3, IRQ7-IRQ2, DRQ3-DRQ1, ALE,T/C, CLK,OSC, I/O CHCK, I/O CH RDY, RESET DRV, -5 Vdc, ± 12 Vdc no serán usados en este adaptador.

2.3.3 DESCRIPCION DE LA INTERFAZ

El adaptador de control de juego tiene ocho entradas de línea, cuatro que son digitales y cuatro analógicas (resistivas). Estas pueden leerse con un "In" en la dirección hex 201.

Las cuatro entradas digitales tienen una resistencia de 1 k-ohm conectada a +5 Vdc, cuando no existe direccionamiento hacia estas entradas, se puede leer un 1. Para leer un 0 estas resistencias deben estar conectadas a tierra.

El valor de cada una de las cuatro resistencias de 1 k-ohm medidos a +5 Vdc, serán convertidos a pulsos digitales con una duración proporcional a la carga resistiva de acuerdo con la siguiente ecuación

$$\text{Tiempo} = 24.2\ \mu\text{sec} + 0.011\ (R)\ \mu\text{sec}$$

El usuario debe iniciar la conversación con un "Out" a la dirección hex 201. Un "In" de la dirección hex 201 mostrará que el pulso digital va a estado alto y permanece alto por una duración de acuerdo con el valor de la resistencia. Todos los cuatro bits (bit3-bit0) funcionan de la misma manera; su pulso digital irá a alto simultáneamente y se inicializará independientemente de acuerdo con el valor de entrada de la resistencia.

Las señales de entrada se manejan por palabras de 8 bits, con el siguiente arreglo:

Bit 7 Bit 6 Bit 5 Bit 4 Bit 3 Bit 2 Bit 1 Bit 0

Entradas digitales Entradas resistivas

2.3.4 ESPECIFICACION DE PINES DEL CONECTOR

Todos los niveles son TTL estándar.

Voltaje	No. de pin.
+5 Vdc	1
Boton 4	2
Posición 0	3
Tierra	4 y 5
Posición 1	6
Boton 5	7
+5 Vdc	8 y 9
Boton 6	10
Posición 2	11
Tierra	12
Posición 3	13
Botón 7	14
+5 Vdc	15

2.4 LA COMPUTADORA, UNA ALTERNATIVA PARA LA SOLUCION

Dentro de la solución que proponemos para el desarrollo de este proceso de automatización, se requiere de un sistema lo suficientemente rápido y confiable que sea capaz de monitorear y controlar las variables involucradas en el sistema de pesado, así como la corrección de las mismas.

Para esto se propone el uso de una computadora personal (PC). Aunque las computadoras personales nunca han pretendido ser las máquinas mas avanzadas dentro de su categoría, desde el punto de vista de hardware hay que reconocer que poseen muchas ventajas, entre las que está, la de satisfacer las necesidades de manejo rápido de datos.

Cierto aspecto, quizás, el más importante desde el punto de vista de los programadores, es el hecho de que esta perfectamente documentado tanto a nivel de hardware como a nivel del sistema operativo y la mejor prueba al respecto es la cantidad de revistas que se publican sobre computadoras.

En la época actual las computadoras son la herramienta más eficaz que ha producido el ser humano con las que se pueden realizar trabajos con mayor exactitud y rapidez. Las computadoras son dispositivos electrónicos capaces de realizar complicadas tareas en fracciones de segundo por lo que, junto con dispositivos externos o periféricos pueden realizar funciones de control así como supervisión de equipos y materiales con gran confiabilidad. Por su rapidez la computadora puede monitorear un proceso continuamente para

detectar variantes casi en el momento en que aparecen y de esta manera poderlas controlar casi al mismo instante en que se produce la variación.

En el caso de entrada/salida de datos (I/O), las computadoras cuentan con unos dispositivos llamados PUERTOS. Los puertos son lugares específicos dentro de la computadora, seleccionados por un proceso distinto al de la selección de una dirección de memoria y que sirven de interfaz para la transferencia de datos entre el procesador y sus periféricos. Veremos que algunos de ellos pueden ser manipulados para realizar algunas cosas interesantes. Existen dos tipos de puertos como se describe a continuación:

1. PUERTO SERIE (protocolo RS232C) debido a sus características de versatilidad y alcance es el más utilizado en comunicación de datos.

2. PUERTO PARALELO. Por sus características y alta velocidad el puerto paralelo es ideal para impresoras o dispositivos que estén cercanos a la computadora, puesto que manejan un mayor número de señales aunque con limitantes en la distancia.

Para efecto de este proyecto se está planteando el uso de un sistema que nos permita analizar la información que llega a

través de la tarjeta convertidora de señal analógico / digital a la PC, llevando a cabo el proceso de control por medio de una interfaz en paralelo, ya sea de manera bidireccional o no. Estos tipos de interfaz en paralelo no son muy comerciales y sí son muy útiles en el acoplamiento de convertidores analógico/digital y viceversa. Esta interfaz es el medio de comunicación entre la computadora y el circuito de control necesario para este proceso.

2.5 ARQUITECTURA DE ENTRADA Y SALIDA EN UNA COMPUTADORA

El funcionamiento de las computadoras está fundamentado en la lógica binaria, es decir lo único que se maneja en el interior de la misma son "unos" y "ceros", que en realidad son voltajes altos o bajos (5 Vdc o 0 Vdc). A estos "unos" o "ceros" se les llama "BITS" que proviene de la palabra en inglés "binary digit" y constituye la unidad mas pequeña que se puede manejar dentro de un sistema.

Como sabemos una computadora está compuesta en su forma más simplificadapor:

- Un microprocesador
- Memoria de solo lectura ROM (Read Only Memory)
- Memoria de acceso aleatorio RAM (Random Access Memory)
- Dispositivos de entrada y/o salida.

Un microprocesador como tal es capaz de sumar, comparar, restar y realizar operaciones de álgebra Booleana dentro de si mismo. La principal función del ROM es la de indicarle al microprocesador lo que se desea que este realice y de donde lo realice. En el caso del RAM su función es indicarle al microprocesador que vamos a almacenar de una manera temporal información que adquirimos y/o otras instrucciones. En los dispositivos de entrada y salida simplemente se realiza la adquisición o salida de datos de algún puerto o a algún puerto.

Para realizar funciones de lectura o escritura a un puerto o a una memoria, el microprocesador utiliza tres tipos de caneles (buses): Canal de datos, Canal de direcciones y Canal

de control. Un Canal es un conjunto de cables o pistas que conducen "unos" o "ceros".

Una palabra es un conjunto de bits que generalmente son llevados por alguno de los bus a un microprocesador u otro dispositivo de la computadora que requiera manejar cierta información. La palabra de control es la que indica al sistema que debe hacer el microprocesador. Cada bit indica de acuerdo a su posición, si se trata de una lectura a memoria, escritura a algún puerto, lectura a un puerto, ciclo de espera, etc. La palabra de dirección nos muestra en que dirección se encuentra la memoria o puerto al que se refiere el canal de control. La palabra de datos, simplemente lleva el dato que se está procesando.

A manera de comentario indicaremos que existen Canales multiplexados; ésto es que por el mismo canal llevan la palabra de control, la palabra de dirección y la palabra de dato. Estas se diferencían porque en la palabra de control se especifica que es lo que esta apareciendo en el canal.

CAPITULO III
DESARROLLO DEL SISTEMA HARDWARE

Como ya se comentó anteriormente; es necesario el uso de varios dispositivos interrelacionados entre sí que nos ayuden a realizar un proceso de control automático más exacto con un costo lo mas accesible posible. A este conjunto de dispositivos físicos se les conoce como el "hardware" del sistema y son los elementos encargados de llevar a cabo la labor deseada. Dentro de los dispositivos que conforman el "Hardware" del sistema encontramos:

- Celda de Carga
- Amplificador de señal
- Motores varios de encendido

Estos son dispositivos externos que utilizamos para detectar y amplificar respectivamente la medición en cuestión, por otro lado:

- Convertidora A/D
- Circuitería de control y cálculo de tiempo de descarga

Estos como parte integral de la computadora encargada del cálculo y supervisión del proceso.

Dentro de la circuitería para el control y cálculo de tiempo de descarga que se detalla más adelante, y debido a que es necesario procesar los valores que ya han sido previamente obtenidos por la tarjeta convertidora de la computadora, es necesario el uso de una interfaz que reciba éstos valores del canal de datos internos de la PC y los

envíe a la circuitería encargada del cálculo de tiempo. Esta interfaz es una tarjeta que se inserta en una ranura de expansión y que su acceso es único bajo una dirección de memoria. Esta tarjeta se puede hacer por el interesado a un costo relativamente alto, debido a que se tiene que hacer su diseño y posteriormente su fabricación lo cual es conveniente cuando se habla de un volumen considerable de fabricación (200 unidades). Por otro lado si sólo se desea el uso de una o dos tarjetas, existen en el mercado tarjetas ya hechas, que tienen la facilidad de que el usuario puede conectar los dispositivos de su proyecto dentro de esta y que sirve de interfaz entre nuestra señal y los canales de control, datos y direcciones internos en la computadora. Esta tarjeta se llama Adaptador Prototipo y es un acceso directo a todas las señales que se manejan dentro de una ranura de una computadora y por tanto a todos sus periféricos.

Estas tarjetas prototipo cuentan con la facilidad de tener toda la circuitería de decodificación y control necesaria para su comunicación interna con la PC. Por este motivo sólo es necesario adaptar las señales provenientes de los circuitos del proyecto, con las señales utilizadas dentro de esta tarjeta.

3.1 LA TARJETA PROTOTIPO

La tarjeta prototipo fue diseñada para ser usada en máquinas con bus tipo ISA "Industry Standard Architecture". Es este grupo se incluyen la IBM PC-1, PC-2, PC-XT, PC-AT y todas sus compatibles. Este no incluye a la IBM PC-JR o máquinas que trabajen con bus MCA (Micro Channel Architecture) como la PS/2's.

El motivo para el diseño de ésta tarjeta se da en la rama ingenieril, técnico e incluso como diversión. Todas las señales de entrada por medio de los bus, son almacenadas a través de los "buffer" direccionadores, y pueden ser analizadas mediante las puntas de prueba claramente identificadas en la tarjeta.

Esta tarjeta fue diseñada para uso en las ranuras de las computadoras de 8 bits. Si el diseño requiere componentes de 16 bits, existen tarjetas prototipo que los pueden manejar.

La tarjeta prototipo mide 121.9 milímetros de altura por 333.25 milímetros de largo, y se conecta al sistema de la computadora en una ranura de expansión. Se tiene la opción de uso de 2 por 31 posiciones de la ranura, donde se concentran todas las señales de control y voltajes.

La tarjeta tiene una pista de voltaje de (+5 Vdc) y otra de tierra (0 Vdc),. cada una rodea la tarjeta, la de tierra por el lado de los componentes y la de voltaje por el lado de las pistas.

Se puede adaptar un conector del tipo DB que tenga desde 9 hasta 37 pines, que sirva de entrada o de salida de señales o valores externos.

Esta tarjeta prototipo está compuesta por nueve circuitos integrados, del U1 al U9, un DIP switch de cinco posiciones, cinco resistencias, algunos capacitores y alrededor de 100 conectores de señal.

3.1.1 Circuito 74LS245

Este circuito está marcado como como U1 es un "Tranceiver Octal Bi-direccional". Cuando se selecciona la tarjeta prototipo, U1 se habilita y la información pasa entre el canal local de datos en la tarjeta y el canal de datos en la PC. La selección para comunicarse con esta tarjeta es determinada por otra entrada llamada dirección. Si la información es E/S de lectura, la información va del bus de datos de la tarjeta al bus de la computadora. Durante la escritura, la información va del bus de la PC al canal (bus) local de la tarjeta.

3.1.2 Circuito 74LS541

Los circuitos marcados como U2 a U6 son, "Buffer Octal". Como ambas compuertas (Entradas habilitadas) están conectados permanentemente a tierra digital, los "buffers" están siempre habilitados. Los "buffers" sirven para guardar y detener información. Para evitar una carga excesiva de información de las señales del bus de la PC, es necesario redireccionar muchas de ellas. La única diferencia entre las señales en el

lado de entrada del "buffer" con respecto a las del lado de salida, es un pequeño retardo (aprox. 13 nano-segundos).

Los circuitos del U1 al U6 ofrecen también una ventaja adicional al usuario. Casi todos los diseños que se realizan necesitarán de señales que han sido desviadas a un "tranceiver" o a un "buffer", esto protege a la PC. Si accidentalmente se hace algo que dañe un circuito, sólo se necesitará reemplazarlo, es casi imposible ante circunstancias normales dañar un circuito en la tarjeta principal de la computadora.

U8 es un circuito lógico programable. Su propósito es detectar las señales que combinadas hacen la selección de la tarjeta en cuestión. Este circuito compara las líneas del bus (canal) de direcciones que crean un requerimiento único a un circuito, con la salida de los DIP switch. Si la comparación es correcta y el ciclo de máquina en curso es un ciclo de E/S es legal, entonces U1 recibe la habilitación de señal y una de las salidas de SELect se vuelve verdadera.

U7 es el circuito 8255 (PPI) "Interfaz Programable Paralelo" cuya función es la de poder ser programado como tres puertos independientes de 8 bits c/u y que pueden manejar distintas funciones de entrada/salida (E/S) dentro de un mismo propósito.

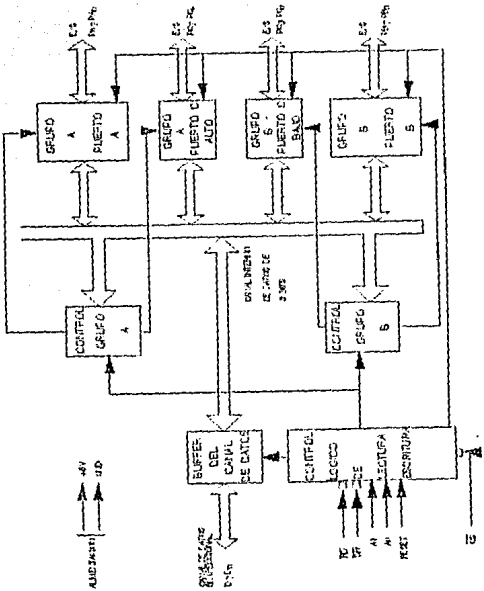
3.1.3 EL CIRCUITO INTEGRADO 8255

Este circuito es un producto de patente que se fabrica comercialmente por la compañia "Intel" y que por sus características operacionales, sirve de base para la construcción de una computadora tipo P.C. El 8255 o PPI (Programmable Peripherial Interface) Interfaz Programable de Periféricos, es un circuito LSI[10] diseñado para permitir la implementación de puertos de entrada y de salida (E/S). Este circuito cuenta con una interfaz flexible en paralelo con características programables tales como: Definición de la palabra de información; Latch que se entiende como la capacidad de sostener información en la salida hasta que se reciba otra información, monitoreo de los puertos y bidireccionalidad.

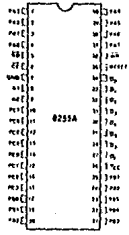
Si la entrada del SELect para el 8255 en U7 se convierte en verdadera, entonces el circuito de Interfaz Programable Paralela (PPI) permite ser leido o escribir en él. Las líneas del canal de direcciones A0 y A1 determinarán cual de los cuatro registros en el circuito será habilitado para el ciclo de máquina corriente.

En el siguiente diagrama (fig 3.1) se muestra la configuración de señales por pin dentro del circuito.

[10] Intel "The 8086 Family User's Manual".



PIN CONFIGURATION



D7-D0	SEÑAL DE DATOS BIDIRECCIONAL
RESET	ENTRADA DE INICIALIZACION
CS	SELECCION DE CIRCUITO
RD	ENTRADA DE LECTURA
WR	ENTRADA DE ESCRITURA
A0,A1	SELECCION DEL PUERTO
PA7-PA0	PUERTO A DATOS
PB7-PB0	PUERTO B DATOS
PC7-PC0	PUERTO C DATOS
VCC	ALIMENTACION +5V
GND	TIERRA 0V

D7 D6 D5 D4 D3	SELECCION DE CONTROL DESCRITO
0 0 0 0 0 0	0 SELECCIONA B - CANAL DE DATOS
0 0 0 0 0 1	0 SELECCIONA A - CANAL DE DATOS
0 0 0 0 1 0	0 SELECCIONA C - CANAL DE DATOS
0 0 0 0 1 1	0 SELECCIONA LA PALABRA DE CONTROL
0 0 0 1 0 0	0 SELECCIONA PUERTO B
0 0 0 1 0 1	0 SELECCIONA PUERTO A
0 0 0 1 1 0	0 SELECCIONA PUERTO C
0 0 0 1 1 1	0 SELECCIONA PUERTO C
0 0 1 0 0 0	0 SELECCIONA CONTROL
0 0 1 0 0 1	0 SELECCIONA LA PALABRA DE CONTROL
0 0 1 0 1 0	0 SELECCIONA - 2 ESTADOS
0 0 1 0 1 1	0 SELECCIONA - 2 ESTADOS
0 0 1 1 0 0	0 SELECCIONA - 2 ESTADOS
0 0 1 1 0 1	0 SELECCIONA - 2 ESTADOS

Fig. 3.1

En la figura 3.1 observamos la configuración interna a bloques del circuito integrado 8255. En ésta se incluye un bus bidireccional de datos D_0 a D_7. Sobre estas líneas se maneja la información del estatus del circuito y se mandan los datos ya sea de escritura o de lectura (WR y RD).

El 8255 posee hasta tres puertos (A, B y C) que podemos seleccionar mediante un registro de dos bits constituido por la líneas A_0 y A_1 del bus de direcciones. De tal forma que cuando se tiene un "0" en la línea A_0 y un "0" en la A_1 (A_1A_0=00), estaremos direccionando el puerto "A". De igual forma si A_1A_0=01 o A_1A_0=10, que corresponden a los puertos "B" y "C" respectivamente.

La terminal CS. representa la señal de selección del chip, y debe permanecer en "0" lógico durante los procesos de lectura o escritura sobre el 8255.

La terminal de RESET nos sirve para inicializar al sistema (la cual, para nuestro caso, fija todos los bits en "unos"). Quedando en modo de espera para ser programado.

Una de las principales características de este circuito integrado es la de programar los puertos. Esto permite utilizar los 24 pines de los puertos de diferentes maneras, ya sea de forma bidireccional, unidireccional o con o sin latch. También nos permite la programación de protocolos del tipo "hand shaking" (que significa que espera a que el dispositivo envíe una señal de que se encuentra lista para transmitir o recibir información).

El 8255 es utilizado en la configuración de las computadoras PC generalmente como puerto para el teclado y como puerto para configurar los sistemas, también es comun encontrarlo como puerto paralelo.
Existen dos versiones de este circuito, el 8255A y el 8255A-5, el cuál cuenta con la característica adicional de que es recomendable su uso para máquinas cuyo ciclo de reloj sea mayor de 5 MHz.

3.1.3.1 PROGRAMACION DEL 8255

Existen tres formas de programar el 8255; a éstas formas se les llama "modo".
En el modo 0 o modo básico de entradas y salidas, no se requiere "handshaking" y tiene las siguientes características:
-Dos puertos de 8 bits y 2 puertos de 4 bits.
-Cualquier puerto se puede programar como entrada o salida.
-Sólo uno de los puertos de cuatro bits no presenta latch.
-Las entradas no tienen latch.
El modo 1 requiere de "handshaking" para su operación. El modo 2 además del "handshaking" presenta la característica de bidireccionalidad en los puertos.
Centraremos nuestro trabajo en el "modo 0", pues debido a las necesidades de este proyecto es el que mas se adecua, además de ser el mas sencillo.

En el siguiente diagrama observaremos la manera en que se debe formar la palabra de control. Esta palabra especifica el "modo" en que trabajaremos y como se van a programar los puertos, si como entrada o como salida o unos de entrada y otros de salida.

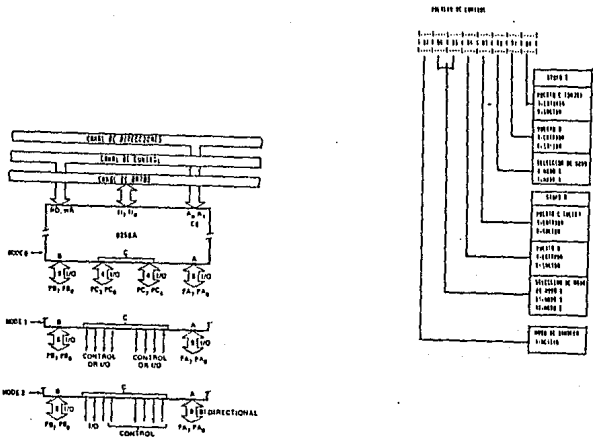


Fig. 3.2

3.2 DISEÑO DEL PUERTO DE CONTROL PARA LA TARJETA PROTOTIPO

En el caso de una computadora IBM PC o compatible, cuya estructura está basada en un microprocesador 8086 u 8088 debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

a) Si analizamos el mapa de E/S (entradas/salidas) de estas máquinas nos daremos cuenta que dentro de su arquitectura existe un rango de direcciones que están destinadas a tarjetas prototipo. Tal es nuestro caso. Estas direcciones van desde la 300 hexadecimal (768 decimal o 0011 0000 0000 binario) a la dirección 319 hexadecimal (793 decimal o 0011 0001 1001 binario). se muestra la dirección en binario para conocer la palabra que se presenta en el Bus (canal) de Direcciones: $A_{11}A_{10}A_9A_8$ $A_7A_6A_5A_4$ $A_3A_2A_1A_0$.

b) Para implantar un PPI (Interfaz Programable Paralelo, ci 8255) a un sistema debemos tener acceso al Bus de Datos, Control y Direcciones, por esta razón utilizaremos una tarjeta capaz de ser conectada a una ranura o slot de expansión.

c) Al momento de pensar en hacer el CS que es la señal que habilitará el acceso al PPI y solo a él, debemos tener en cuenta que, dado que estos sistemas utilizan memorias dinámicas, existe un tiempo dentro del ciclo de trabajo en que la computadora accesa todas las direcciones para realizar el refresco de memoria. Este detalle debe tenerse en cuenta

para evitar que se vaya a accesar nuestro puerto cuando no se desee.

d) Además debemos asegurarnos que el CS solo se active cuando nos referimos a una dirección para dispositivos y no para memoria.

e) Debemos tener en cuenta el FAN OUT de todos los Buses. Como FAN OUT en los TTL's, se conoce al número de circuitos TTL que se pueden conectar a la salida de uno de éstos.

f) Es importante considerar en el diseño, el software necesario para el control del 8255.

g) Debemos preveer las consecuencias que podría traer el que nuestro puerto entrara en corto y dañara a la computadora, por tal motivo la tarjeta está equipada con dispositivos buffer que evitan que el corto pase a la tarjeta principal de la computadora.

3.2.1 DESCRIPCION DEL PROCESO

Para el desarrollo de nuestro modelo haremos referencia a los aspectos indicados en el inciso anterior con el fin de seguir la misma secuencia.

La dirección que utilizaremos en nuestra tarjeta será la 0011 0000 0000 (300 HEXADECIMAL). El Bus de Direcciones de una PC posee 20 líneas (de la A_{19} a la A_0). Sin embargo, solo consideramos hasta A_{15}, pues el microprocesador 8086 solo puede direccionar hasta 65536 (2^{16}).

Para asegurarnos que el acceso al 8255 se lleve a cabo sólo cuando se trata de un dispositivo de entrada o salida y no de uno de memoria, en la lógica de decodificación de la señal de

CS se consideró la señal de lectura o escritura a un dispositivo.

Para asegurar que el nivel de la señal en la tarjeta de control sea correcto y proporcionar cierta seguridad a la tarjeta se colocaron unos buffer.

Existe otra señal que se conoce como "II/O CH CK" (I/O channel check) o chequeo de canal a la línea de alimentación de la tarjeta, de tal manera que en caso de corto en la tarjeta la señal se cae a 0 volts y manda una señal de error de paridad al microprocesador.

Con el objeto de experimentar en el modelo iniciaremos programando el PPI con la palabra de control 80 hexadecimal (128 decimal o 1000 0000 binario. Este valor es el que mostraría el Bus de Datos desde D_7 hasta D_0). Con esta configuración se programan los tres puertos como puertos de salida únicamente, dirigiéndonos al puerto 771 decimal (303 hexadecimal) que será la dirección del puerto de control tendríamos como programación en lenguaje BASIC, la que se muestra en la página siguiente:

PROGRAMA EJEMPLO:

```
10        REM EN LA LINEA 20 SE PROGRAMA A LOS
          PUERTOS 768, 769 Y 770  COMO PUERTOS
          DE SALIDA [11]
20  OUT 771,128
30        REM  EN LA LINEA  40  SE  ENVIA A EL
          PUERTO 768, EL VALOR 255 DECIMAL, FF
          HEXADECIMAL O 1111 1111 BINARIO.
40  OUT 768,255
50  END
```

[11] En este momento todos los puertos de salida mostrarán "ceros" únicamente y los de entrada "unos".

Resumiendo primero debemos mandar la palabra de control a la dirección del puerto 771 decimal, ésta programará la forma en que trabajaremos en los puertos. Enseguida se muestran algunas alternativas de las palabras de control (ver figura 3.3):

Palabra	Descripción
1000 0000B ó 128D	puertos a, b y c como salidas.
1001 0000B ó 144D	puerto a como entrada y los demás como salidas
1000 0010B ó 130D	puerto b como entrada y los demás como salidas.
1000 1000B ó 136D	parte alta del puerto c como entrada y los restantes como salidas.
1000 0001B ó 129D	parte baja del puerto c como entrada y los restantes como salidas.
1001 0111B ó 151D	todos como entradas.

Una vez programado el puerto, el acceso a éstos, dependerá del lenguaje que utilicemos. En la mayoría de los lenguajes la instrucción OUT (dirección), (dato) indica una salida al puerto en la dirección indicada. La instrucción INP (dirección) indica una entrada en la dirección dada de un dato.

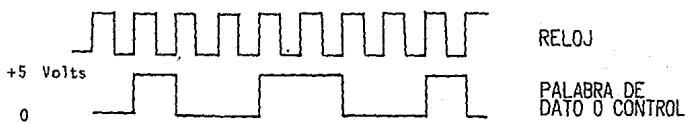
Como estos puertos son de 8 bits (un byte), sólo se pueden manejar números enteros positivos dentro del 0 y el 255.

3.2.2 MANEJO DE SEÑALES DENTRO DE LA TARJETA PROTOTIPO

El valor calculado por la computadora es convertido en una palabra decimal y enviado a la tarjeta prototipo después de haber sido habilitado el acceso a esta y sólo a esta. Antes de enviar la palabra de dato, se envía una palabra de control al circuito 8255 donde se le dan instrucciones para su programación y el uso de puertos internos (El circuito 8255 es una "Interfaz Programable Paralelo" el cual tiene tres puertos independientes que pueden ser programados para realizar acciones totalmente diversas). Posteriormente es enviada la palabra de datos que contiene la información almacenada en el puerto 201h de la tarjeta convertidora A/D. (información del valor pesado por la báscula) y es redireccionada por el 8255 a un circuito Latch (ci 14508) que almacena la información hasta que sea habilitada la entrada de otra palabra de dato. La palabra de dato es un arreglo de "unos y ceros" que se puede traducir como estados "altos = +5 volts" y estados "bajos = 0 volts" por ejemplo:

1 0 0 1 1 0 0 1

los " 1 " significan estados altos y los " 0 " estados bajos como se muestra en la figura 3.4



Esta palabra formada por 8 caracteres binarios permanece estable a la salida del 14508 hasta que se permita la entrada de un dato nuevo que será cuando esta cambie de valor. Mientras tanto el valor detectado a la salida de 14508 llega a dos circuitos 4066 que son compuertas bilaterales que pueden ser habilitadas cada una de manera independiente, permitiendo el paso de la señal recibida por una entrada/salida a la otra entregando la misma señal.

Un circuito temporizador 2240 que puede ser programado por medio de un arreglo R-C (resistencia-capacitor) está continuamente entregando pulsos en cada una de sus patas de señal de salida con diferentes duraciones, por ejemplo:

en la pata 1.- 1 RC.

en la pata 2.- 2 RC.

en la pata 3.- 4 RC.

en la pata 8.- 128 RC

las cuales pueden ser sumadas para formar cualquier arreglo de números que vayan desde 1 RC hasta el 255 RC. Todas las patas de señal de salida del 2240 son conectadas a las patas de entrada de los 2 circuitos 4066 y dependiendo del valor y de la posición de cada bit de la palabra de dato será habilitado la compuerta respectiva del circuito 4066 dando a la salida de este un pulso único el cuál será lanzado cuando la suma de los valores de las compuertas abiertas sea el adecuado.

3.2.3 Especificaciones Técnicas de la Tarjeta Prototipo

- **Consumo:** Dado que esta tarjeta utiliza 9 circuitos integrados TTL del tipo 74LS cuyo consumo total máximo es menor de 3 watts (considerando el consumo máximo de todos los circuitos según el manual del fabricante.
- **Dimensiones:** 4.8 x 13.12 pulgadas.
- **Conectores:** La tarjeta es capaz de llevar acoplado un conector desde el DB-9 hasta un DB-25.
- **Seguridad:** Para proteger la computadora y los circuitos dentro de la tarjeta, ésta cuenta con un circuito "buffer" TTL el cuál protege a la computadora de cortos. Unicamente la señal de tierra viene directamente de la línea.
- **Alimentación:** La tarjeta se alimenta directamente del ranura de expansión tomando la señal de 5 Vdc y tierra.
- **Señal de CHK:** La señal de I/O CH CK, es la señal que viene de la ranura y que verifica que no existan cortos en la línea de alimentación de las tarjetas insertadas en las ranuras de espansión. Cuando por alguna razón esta señal se convierte en un cero lógico "0" éste mandara un error en el canal.
- **Frecuencia:** Según especificaciones del fabricante mayores a 4 MHz.
- **Impedancia:** Impedancias típicas de los TTL entre 16 y 20 kilohms de entrada y 8 a 10 ohms de salida.

3.3 CIRCUITOS INVOLUCRADOS EN EL CONTROL Y RETARDO EN LAS DESCARGAS

Los circuitos que a continuación se explican son los que aparecen en el diagrama 2.1 como 14508B, 4066 y 2240.

3.3.1 Circuito Integrado 14508B:

El 14508B es un circuito doble con "latch" de 4 bit que está construido con tecnología MOS de canal N y de canal P, el cual se encuentra contenido en una sola estructura monolítica. Este circuito consiste en dos dispositivos "latch" de 4 bit idénticos que tienen señales de control y restablecimiento independientes. Una deshabilitación separada de las entradas forza a las salidas a un estado de impedancia.

Estos Latch MOS complementarios encuentran su uso principal en el almacenado del "buffer", matener registros o funciones digitales lógicas donde sea necesaria una baja disipación de potencia y/o alta inmunidad al ruido. Información adicional se puede encontrar en los libros de datos técnicos de la familia.

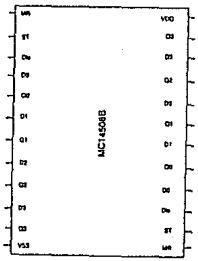


fig 3.5

3.3.2 Circuito Integrado 4066:

El 4066 es un circuito integrado que contiene cuatro switches analógicos bilaterales (compuertas de transmisión). Cada switch tiene dos terminales de entrada/salida (Yn, Zn) y una entrada habilitable en estado alto (En), donde "n" es el número de compuerta. Un estado alto en la entrada habilitable da como resultado un estado de baja impedancia entre Yn y Zn (posición de encendido). Un estado bajo en la entrada habilitadora desconecta el circuito y un estado de alta impedancia se forma entre Yn y Zn (condición de apagado). Características adicionales de éste circuito se puede encontar en el libro de datos técnicos del proveedor y datos de familia.

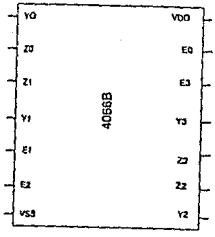


fig 3.6

3.3.3 Circuito Integrado 2240:

El 2240 temporizador/contador programable es un controlador monolítico capaz de producir retardos ultralargos sin sacrificar eficacia. En la mayoría de las aplicaciones se puede utilizar como un reemplazo directo para dispositivos de tiempo mecánicos o electromecánicos y genera retardos de tiempo programables desde algunos micro-segundos hasta cinco días. Si se desea un retardo aún mayor se pueden poner dos de éstos circuitos en cascada y así generar retardos de hasta tres años.

Este circuito cuenta con un oscilador de tiempo interno, un contador de 8 bits programable y un "flip-flop" de control. El retardo de tiempo es ajustado por una red externa R-C (resistencia-capacitor) y puede ser programo a cualquier valor entre 1 RC y 255 RC.

En operación como oscilador (astable), éste circuito puede generar hasta 256 frecuencias separadas o patrones de pulso con un solo ajuste de RC. Se puede sincronizar con señales de reloj externos. Ambas las señales de control de entrada y las de salida son compatibles con la lógica TTL.

Las aplicaciones mas usuales de este circuito son:

-Tiempos de precisión

-Generación de retardos largos

-Secuenciador

-Generación de patrones binarios

-Sintetizador de frecuencias

-Contador y sumador de pulsos

-Conversión Analógico a Digital

-"Muestreo y Retención" (Sample and Hold)

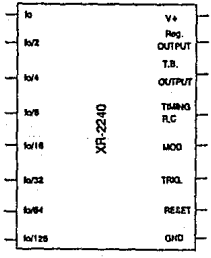
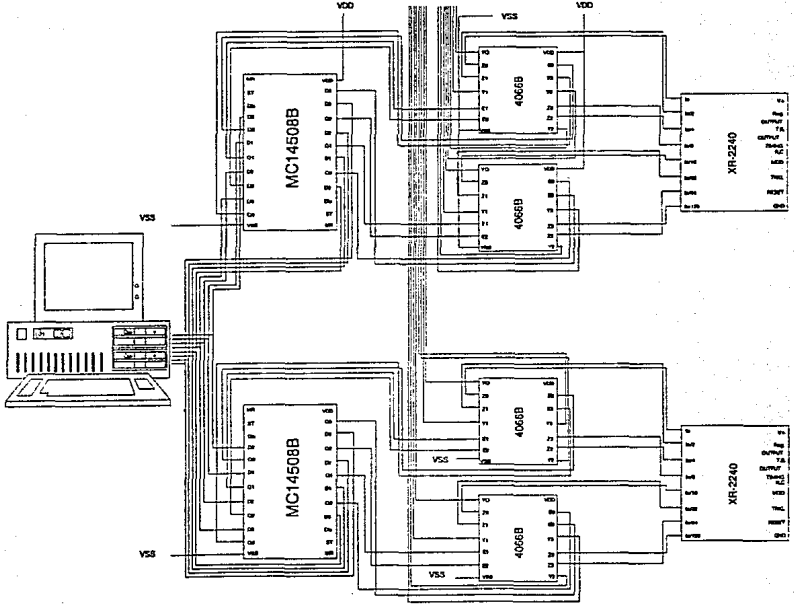


fig. 3.7

SALIDA A VIBRADOR 1 Y 2



CAPITULO III
DESARROLLO DEL SISTEMA SOFTWARE

Dentro de este proyecto, una parte importante por su trascendencia y utilidad es la programacion, ya que sin ella no seria posible hacer que aquellos circuitos que lo requieren, funcionen de una manera especifica para desempenar un trabajo adecuado dentro del proceso.
Para la automatizacion de este proceso, fue necesario realizar cinco programas diferentes:

1.- El programa para la adquisicion del valor proveniente del transductor peso-voltaje llamado "Celda de Carga", que pasa por la tarjeta convertidora analogico/digital, y que convierte el voltaje en una senal digital en forma de palabra binaria de (8) bits. Esta palabra trae la informacion del peso contenido dentro del cajon de descarga.

2.- El programa que calcula el tiempo en que se dara la proxima descarga de acuerdo al peso total descargado en ese momento y su tiempo empleado.

3.- El programa para la conversion del tiempo calculado en una palabra binaria, que pueda ser usada por parte del controlador.

4.- El programa de seleccion y programacion de la tarjeta prototipo asi como el envio de la palabra de dato que contiene la informacion calculada por el programa tres.

5.- El programa que integra a todos los anteriores para poder asi funcionar como un sistema unico.

4.1 DESCRIPCION DE LOS PROGRAMAS

Como se puede ver, en cada uno de estos programas se realiza una parte especifica dentro del proceso de automatizacion, por ejemplo:

El programa uno, tiene la funcion de analizar el valor digital entregado por parte de la tarjeta convertidora analogico/digital e interpretarlo en unidades de peso (kg) con el mismo valor detectado por la celda de carga.

El programa dos, toma el valor del programa uno, y en base al peso y tiempo que queda para descargar el horno, utiliza un algoritmo con el que calcula el tiempo promedio en que deben darse las siguientes descargas. Esto sucede despues de cada descarga y para cada salida del horno, teniendo asi un control continuo del flujo y por tanto de la capacidad de cocido del horno con una calidad optima.

El programa tres convierte el tiempo promedio de descarga calculado por el programa dos, en una palabra binaria de 8 bits con la cual se enviara la informacion del periodo de tiempo entre descargas a la tarjeta de control para su aplicacion inmediata.

El programa cuatro envia a la tarjeta de control, una palabra que lleva la informacion necesaria para configurar la interfaz paralelo programable (PPI) con las condiciones

adecuadas al sistema en cuestion. Esta palabra programa el circuito 8255 (PPI) para un proposito especifico ya que tiene utilidades muy variadas dentro de los sistemas de control.

El programa cinco es la union de los programas anteriores para formar uno solo que realice todas las funciones de los cuatro programas anteriorea, aunque de una manera mas rapida y funcional.

```
10 REM 'PROGRAMA DE INTERPRETACION DEL VALOR ENTREGADO'
20 REM 'POR LA CELDA DE CARGA EN FORMA DE VOLTAJE'
30 REM 'PROGRAMA REALIZADO POR SERGIO CANEDO MACOUZET'
40 CLS
50 REM 'LA LINEA 20 DIMENSIONA LAS VARIABLES DE ACUERDO AL'
60 REM 'NUMERO DE BASCULAS EN FUNCIONAMIENTO'
70 DIM BASCULAS(2)
80 CLS
90 LOCATE 3,1,1,12
100 REM 01 = 0%
110 REM 262 = 100%
120 WAIT 513,255
130 OUT 513,1
140 A=INP(513)
150 REM ' DE LA LINEA 70 A 100 SE CALCULA EL PESO CONTENIDO'
160 REM ' DENTRO DEL CAJON DE DESCARGA DE ACUERDO AL VOLTAJE'
170 REM 'ENTREGADO POR LA CELDA DE CARGA'
180 IF A<=1 THEN A=0
190 IF A>=265 THEN A=100
200 B=(A*100)/265
210 PRINT B
220 OUT 514,B
230 C=INP(514)
240 PRINT C
```

```
10 REM 'PROGRAMA DE CONVERSION DECIMAL A BINARIO'
20 REM 'PROGRAMA REALIZADO POR SERGIO F. CANEDO M.'
30 CLS
40 I=25
50 DIM BASCULA (I)
60 A=INP(513)
70 REM 'POSICION DE LOS BITS DE INFORMACION DE LA PALABRA'
80 REM 'DECIMAL CONVERTIDA A BINARIO'
90 LOCATE 20,1:PRINT " 0  1  2  3  4  5  6  7"
100 FOR I = 1 TO 25
110 REM 'DE LA LINEA 90 A LA 150 SE CALCULA LA PALABRA BINARIA'
120 F=A/2
130 BASCULA (I)= F-FIX(F)
140 BASCULA (I)= BASCULA(I)*2
150 A= FIX (A/2)
160 IF A=1 THEN 200
170 Q=Q+1
180 NEXT I
190 REM 'DE LA LINEA 160  A LA 190 SE IMPRIME LA PALABRA,
200 FOR I=1 TO Q+1
210 IF I=Q+1 THEN PRINT BASCULA(I);A ELSE PRINT BASCULA(I);
220 NEXT I
230 PRINT:PRINT
240 END
```

```
3 REM 'PROGRAMA PARA EL CALCULO DE TIEMPO PARA LA SIGUIENTE DESCARGA'
5 REM 'PROGRAMA REALIZADO POR SERGIO CANEDO MACOUZET'
10 CLS
15 REM 'LA LINEA 20 DIMENSIONA LAS VARIABLES DE ACUERDO AL'
17 REM 'NUMERO DE BASCULAS EN FUNCIONAMIENTO'
20 DIM SS(2),P(2),TT(2),W(2),Q(2),BANDERA(2),BASCULAS(2)
30 CLS
40 LOCATE 3,1,1,12
50 SS=21600*4:REM '24 HORAS CONVERTIDAS A SEGUNDOS'
60 TT=25000:REM 'TOTAL A VACIAR POR BASCULA'
70 T=25:REM 'PESO PROMEDIO POR DESCARGA'
80 W=TT/T:REM 'NUMERO DE DESCARGAS PROMEDIO POR BASCULA'
90 Q=SS/W:REM 'TIEMPO PROMEDIO ENTRE DESCARGAS'
95 REM 'DE LA LINEA 100 A LA 150 SE INICIALIZAN VARIABLES'
100 FOR J=1 TO 2
110 SS(J)=SS
120 W(J)=W
130 TT(J)=TT
140 Q(J)=0
150 NEXT J
160 FOR J=1 TO 2
170 A =0
175 REM 'DE LA LINEA 180 A LA 210 SE ESPERA HASTA RECIBIR'
178 REM 'EL VALOR POR PARTE DEL JOYSTICK'
180 PRINT:PRINT"MUEVE EL JOYSTICK"
190 WAIT 513,1
200 OUT 513,1
210 A=INP(513)
220 IF (A/10)<>P(J) GOTO 230 ELSE 190: REM 'COMPARACION DE VALORES'
225 REM 'DE LA LINEA 230 A LA 310 SE HACE EL CALCULO PARA LA'
227 REM 'SIGUIENTE DESCARGA DE LA BASCULA'
230 P(J)=A/10
240 IF BANDERA(J)=1 THEN GOSUB 350
250 TT(J)=TT(J)-P(J)
260 IF TT(J)<=12 THEN 330
270 W(J)=INT(TT(J)/P(J))
280 SS(J)=SS(J)-Q(J)
290 Q(J)=SS(J)/W(J)
300 HORA=FIX(SS(J)/3600)
310 MINUS=((SS(J)/3600)-HORA)*60
315 REM 'LA LINEA 320 DA LOS VALORES OBTENIDOS DEPUES DE LA DESCARGA'
320 PRINT "P.B";J;P(J);TT(J);W(J);Q(J),HORA;":";MINUS
330 NEXT J
340 GOTO 160
350 FOR L=1 TO 2
360 IF BASCULA(L)=J THEN GOTO 430
370 NEXT L
380 BASCULA(J)=J
390 PRINT "bascula(";J;")=";P(J),TT(J),SS(J),W(J)
400 CUENTA=CUENTA +1
410 PRINT"cuenta=";CUENTA
420 IF CUENTA=>2 THEN GOSUB 500 ELSE RETURN
430 RETURN
440 BANDERA(J)=1: REM 'INDICADOR DE FIN DE BASCULA'
450 PRINT "Termine bascula";J:REM 'INDICADOR DE FIN DE DESCARGA'
460 W(J)=1
470 FOR K=1 TO 800
480 NEXT K
490 RETURN
500 SOUND 200,19
510 CLEAR
520 RUN 20: REM 'SE REINICIALIZA EL PROCESO DESPUES DE 24 HORAS'
530 END
```

```
3 REM 'PROGRAMA DE SIMULACION PARA CALCULAR EL TIEMPO'
4 REM 'DE LA SIGUIENTE DESCARGA UTILIZANDO EL JOYSTICK'
5 REM 'PROGRAMA REALIZADO POR SERGIO CANEDO MACOUZET'
10 CLS
15 REM 'LA LINEA 20 DIMENSIONA LAS VARIABLES DE ACUERDO AL'
17 REM 'NUMERO DE BASCULAS EN FUNCIONAMIENTO'
20 DIM SS(2),P(2),TT(2),W(2),Q(2),BANDERA(2),BASCULAS(2)
30 CLS
40 LOCATE 3,1,1,12
50 SS=21600*4:REM '24 HORAS CONVERTIDAS A SEGUNDOS'
60 TT=25000:REM 'TOTAL A VACIAR POR BASCULA'
70 T=25:REM 'PESO PROMEDIO POR DESCARGA'
80 W=TT/T:REM 'NUMERO DE DESCARGAS PROMEDIO POR BASCULA'
90 Q=SS/W:REM 'TIEMPO PROMEDIO ENTRE DESCARGAS'
95 REM 'DE LA LINEA 100 A LA 150 SE INICIALIZAN VARIABLES'
100 FOR J=1 TO 2
110 SS(J)=SS
120 W(J)=W
130 TT(J)=TT
140 Q(J)=Q
150 NEXT J
160 FOR J=1 TO 2
170 A =0
175 REM 'DE LA LINEA 180 A LA 210 SE ESPERA HASTA RECIBIR'
178 REM 'EL VALOR POR PARTE DEL JOYSTICK'
180 PRINT:PRINT"MUEVE EL JOYSTICK"
190 WAIT 513,1
200 OUT 513,1
210 A=INP(513)
220 IF (A/10)<>P(J) GOTO 230 ELSE 190: REM 'COMPARACION DE VALORES'
225 REM 'DE LA LINEA 230 A LA 310 SE HACE EL CALCULO PARA LA'
227 REM 'SIGUIENTE DESCARGA DE LA BASCULA'
230 P(J)=A/10
240 IF BANDERA(J)=1 THEN GOSUB 350
250 TT(J)=TT(J)-P(J)
260 IF TT(J)<=12 THEN 330
270 W(J)=INT(TT(J)/P(J))
280 SS(J)=SS(J)-Q(J)
290 Q(J)=SS(J)/W(J)
300 HORA=FIX(SS(J)/3600)
310 MINUS=((SS(J)/3600)-HORA)*60
315 REM 'LA LINEA 320 DA LOS VALORES OBTENIDOS DEPUES DE LA DESCARGA'
320 PRINT "P.B";J;P(J);TT(J);W(J);Q(J),HORA;":";MINUS
330 NEXT J
340 GOTO 160
350 FOR L=1 TO 2
360 IF BASCULA(L)=J THEN GOTO 430
370 NEXT L
380 BASCULA(J)=J
390 PRINT "bascula(";J;")=";P(J),TT(J),SS(J),W(J)
400 CUENTA=CUENTA +1
410 PRINT"cuenta=";CUENTA
420 IF CUENTA=>2 THEN GOSUB 500 ELSE RETURN
430 RETURN
440 BANDERA(J)=1: REM 'INDICADOR DE FIN DE BASCULA'
450 PRINT "Termine bascula";J:REM 'INDICADOR DE FIN DE DESCARGA'
460 W(J)=1
470 FOR K=1 TO 800
480 NEXT K
490 RETURN
500 SOUND 200,19
510 CLEAR
520 RUN 20: REM 'SE REINICIALIZA EL PROCESO DESPUES DE 24 HORAS'
530 END
```

```
10 CLS
20 REM 'PROGRAMA PARA LA CONFIGURACION DEL CIRCUITO 8255'
30 REM 'INICIALIZACION DEL CIRCUITO 8255 A MODO DE OPERACION 0'
40 REM 'EN LA LINEA 50 CONFIGURAMOS TODOS LOS PUERTOS COMO PUERTOS DE SALIDA'
50 OUT 771,128
60 REM 'EN LA LINEA 70 ENVIAMOS EL VALOR DEL JOYSTICK 0 DE LA CELDA DE CARGA'
70 REM 'AL CIRCUITO 8255'
80 OUT 768,(VALOR DEL JOYSTICK 0 DE LA CELDA DE CARGA)
90 END
```

P.B 1	23.23103	24976.77	1075	23 : 58.55999
P.B 2	26.88958	24973.11	928	23 : 58.55999
P.B 1	23.18124	24953.59	1076	23 : 57.22183
P.B 2	26.89459	24946.22	927	23 : 57.00989
P.B 2	26.55147	24919.67	938	23 : 55.45967
P.B 1	26.0775	24927.51	955	23 : 55.88619
P.B 2	26.79501	24892.87	929	23 : 53.92926
P.B 1	26.96823	24900.54	923	23 : 54.38267
P.B 1	23.3809	24877.16	1063	23 : 52.82068
P.B 1	23.04899	24854.11	1078	23 : 51.48068
P.B 2	25.92949	24866.94	959	23 : 52.38579
P.B 1	26.96864	24827.14	920	23 : 50.15282
P.B 1	26.31012	24800.83	942	23 : 48.59825
P.B 2	24.20244	24842.74	1026	23 : 50.89222
P.B 2	26.82636	24815.91	925	23 : 49.49753
P.B 2	23.72722	24792.18	1044	23 : 47.95212
P.B 1	26.83301	24774	923	23 : 47.0818
P.B 1	26.30147	24747.7	940	23 : 45.5357
P.B 2	26.91585	24765.27	920	23 : 46.58432
P.B 1	26.66277	24721.03	927	23 : 44.01913
P.B 2	26.21081	24739.06	943	23 : 45.03376
P.B 2	24.59873	24714.46	1004	23 : 43.52257
P.B 2	23.5716	24690.89	1047	23 : 42.10465
P.B 1	26.32449	24694.71	938	23 : 42.48299
P.B 2	23.20567	24667.68	1063	23 : 40.74635
P.B 1	26.37193	24668.34	935	23 : 40.96642
P.B 2	26.87053	24640.81	917	23 : 39.40979
P.B 1	24.121	24644.22	1021	23 : 39.44664
P.B 1	24.04047	24620.18	1024	23 : 38.05641
P.B 1	23.1843	24596.99	1060	23 : 36.67156
P.B 1	26.73772	24570.25	918	23 : 35.33512
P.B 1	25.3683	24544.88	967	23 : 33.79337
P.B 2	26.36486	24614.44	933	23 : 37.86186
P.B 1	25.11186	24519.77	976	23 : 32.33128
P.B 1	26.92113	24492.85	909	23 : 30.88417
P.B 2	25.0605	24589.38	981	23 : 36.3422
P.B 2	26.85938	24562.52	914	23 : 34.89842
P.B 1	26.58671	24466.26	920	23 : 29.33201
P.B 2	26.89042	24535.63	912	23 : 33.35037
P.B 1	24.02749	24442.24	1017	23 : 27.8001
P.B 2	24.97163	24510.66	981	23 : 31.80061
P.B 2	24.96094	24485.7	980	23 : 30.36141
P.B 1	23.095	24419.14	1057	23 : 26.41594
P.B 2	23.12961	24462.57	1057	23 : 28.92231
P.B 1	23.24717	24395.89	1049	23 : 25.08534
P.B 1	24.76579	24371.13	984	23 : 23.74581
P.B 1	26.6248	24344.5	914	23 : 22.3193
P.B 2	26.32641	24436.25	928	23 : 27.5893
P.B 1	26.714	24317.79	910	23 : 20.78499
P.B 2	24.4208	24411.83	999	23 : 26.0725
P.B 1	23.37249	24294.41	1039	23 : 19.24576
P.B 2	25.22373	24386.6	966	23 : 24.66511
P.B 1	26.5228	24267.89	914	23 : 17.8989

P.B 1	26.85316	24241.04	902	23 : 16.36952
P.B 1	26.33657	24214.7	919	23 : 14.82136
P.B 2	26.28808	24360.31	926	23 : 23.21091
P.B 1	26.34229	24188.36	918	23 : 13.30364
P.B 1	24.18952	24164.17	998	23 : 11.78593
P.B 2	26.70172	24333.61	911	23 : 21.6956
P.B 2	23.06136	24310.55	1054	23 : 20.15694
P.B 1	26.74197	24137.43	902	23 : 10.39135
P.B 2	24.17141	24286.38	1004	23 : 18.82839
P.B 1	26.72525	24110.7	902	23 : 8.849945
P.B 2	26.19463	24260.18	926	23 : 17.43519
P.B 1	26.72292	24083.98	901	23 : 7.310257
P.B 2	23.9282	24236.25	1012	23 : 15.92606
P.B 2	23.11829	24213.13	1047	23 : 14.54659
P.B 1	26.98415	24056.99	891	23 : 5.770569
P.B 2	23.05608	24190.08	1049	23 : 13.21461
P.B 2	24.97533	24165.1	967	23 : 11.88641
P.B 1	25.68632	24031.31	935	23 : 4.215203
P.B 2	26.33085	24138.77	916	23 : 10.44708
P.B 1	25.31163	24005.99	948	23 : 2.734795
P.B 2	26.90831	24111.86	896	23 : 8.929138
P.B 1	26.99972	23978.99	888	23 : 1.276131
P.B 2	23.12515	24088.74	1041	23 : 7.379036
P.B 1	24.35439	23954.64	983	22 : 59.72065
P.B 1	26.55445	23928.08	901	22 : 58.31703
P.B 1	26.93033	23901.15	887	22 : 56.78719
P.B 1	26.95108	23874.2	885	22 : 55.23503
P.B 1	24.62487	23849.58	968	22 : 53.68115
P.B 2	25.99032	24062.75	925	23 : 6.046372
P.B 1	26.99144	23822.59	882	22 : 52.26197
P.B 2	26.89351	24035.85	893	23 : 4.547882
P.B 2	26.93393	24008.92	891	23 : 2.997437
P.B 1	26.98334	23795.6	881	22 : 50.70614
P.B 2	23.65293	23985.27	1014	23 : 1.44516
P.B 1	26.9521	23768.65	881	22 : 49.15032
P.B 1	23.21641	23745.43	1022	22 : 47.59609
P.B 2	23.78558	23961.48	1007	23 : 8.285523E-02
P.B 1	26.54569	23718.89	893	22 : 46.25794
P.B 1	23.44493	23695.44	1010	22 : 44.72798
P.B 1	23.07125	23672.37	1026	22 : 43.37677
P.B 2	26.88444	23934.6	890	22 : 58.7122
P.B 2	24.2948	23910.3	984	22 : 57.16313
P.B 2	26.60671	23883.69	897	22 : 55.76351
P.B 2	26.67316	23857.02	894	22 : 54.22978
P.B 1	26.94905	23645.42	877	22 : 42.04788
P.B 2	24.17119	23832.85	986	22 : 52.69272
P.B 1	26.64448	23618.78	886	22 : 40.49481
P.B 2	23.57476	23809.27	1009	22 : 51.30055
P.B 2	26.00368	23783.27	914	22 : 49.94145
P.B 1	26.8716	23591.91	877	22 : 38.95924
P.B 2	26.99916	23756.27	879	22 : 48.44261
P.B 1	24.60773	23567.3	957	22 : 37.40959
P.B 2	25.57012	23730.7	928	22 : 46.88565

P.B 2	25.47725	23705.22	930	22 : 45.41279
P.B 2	26.84457	23678.38	882	22 : 43.94451
P.B 1	26.9209	23540.38	874	22 : 35.9911
P.B 2	24.3861	23653.99	969	22 : 42.39807
P.B 2	26.99989	23626.99	875	22 : 40.99205
P.B 1	24.4276	23515.95	962	22 : 34.43962
P.B 2	26.71958	23600.27	883	22 : 39.43657
P.B 2	24.2921	23575.98	970	22 : 37.897
P.B 2	26.99556	23548.99	872	22 : 36.49716
P.B 1	26.8097	23489.14	876	22 : 33.03166
P.B 2	24.55605	23524.43	957	22 : 34.94156
P.B 2	26.89693	23497.53	873	22 : 33.5257
P.B 1	26.52477	23462.62	884	22 : 31.48716
P.B 2	26.89804	23470.63	872	22 : 31.97525
P.B 1	25.64787	23436.97	913	22 : 29.95834
P.B 1	23.86303	23413.1	981	22 : 28.47965
P.B 1	26.0891	23387.01	896	22 : 27.1051
P.B 1	23.18092	23363.83	1007	22 : 25.60158
P.B 2	24.90243	23445.73	941	22 : 30.42469
P.B 2	26.71232	23419.02	876	22 : 28.9896
P.B 2	26.79228	23392.23	873	22 : 27.44957
P.B 2	23.36376	23368.86	1000	22 : 25.90611
P.B 2	25.0983	23343.76	930	22 : 24.56017
P.B 2	23.00295	23320.76	1013	22 : 23.11432
P.B 1	26.98184	23336.85	864	22 : 24.26537
P.B 2	26.71998	23294.04	871	22 : 21.78841
P.B 1	26.71226	23310.14	872	22 : 22.70954
P.B 2	26.93212	23267.11	863	22 : 20.24792
P.B 1	24.50291	23285.63	950	22 : 21.16963
P.B 2	23.16047	23243.95	1003	22 : 18.69495
P.B 2	26.99998	23216.95	859	22 : 17.36012
P.B 2	26.97399	23189.97	859	22 : 15.80326
P.B 2	26.92868	23163.04	860	22 : 14.24812
P.B 1	23.00185	23262.63	1011	22 : 19.75777
P.B 2	26.62689	23136.42	868	22 : 12.69676
P.B 2	26.99465	23109.42	856	22 : 11.16131
P.B 1	24.5169	23238.11	947	22 : 18.43254
P.B 2	24.46177	23084.96	943	22 : 9.606285
P.B 1	26.51711	23211.6	875	22 : 17.01931
P.B 2	26.03411	23058.93	885	22 : 8.196259
P.B 1	25.93204	23185.67	894	22 : 15.4913
P.B 1	23.01907	23162.65	1006	22 : 13.99738
P.B 1	26.99878	23135.65	856	22 : 12.67136
P.B 1	26.91203	23108.73	858	22 : 11.1145
P.B 2	23.04769	23035.88	999	22 : 6.695481
P.B 1	26.80498	23081.93	861	22 : 9.563026
P.B 2	23.55627	23012.32	976	22 : 5.367394
P.B 1	26.97146	23054.96	854	22 : 8.018761
P.B 1	24.46937	23030.49	941	22 : 6.463623
P.B 2	26.67722	22985.65	861	22 : 4.009552
P.B 2	25.56818	22960.08	897	22 : 2.471695
P.B 1	23.48907	23007	979	22 : 5.054055
P.B 2	23.06102	22937.02	994	22 : .9973526

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

P.B 1	26.65312	22980.35	862	22 :	3.700562
P.B 1	23.03697	22957.31	996	22 :	2.164879
P.B 2	26.99995	22910.02	848	21 :	59.66847
P.B 1	23.97245	22933.34	956	22 :	.8373642
P.B 1	26.99318	22906.35	848	21 :	59.45572
P.B 2	24.21741	22885.8	945	21 :	58.11219
P.B 2	26.86423	22858.93	850	21 :	56.71749
P.B 2	23.08022	22835.85	989	21 :	55.16831
P.B 1	23.30341	22883.04	981	21 :	57.89978
P.B 2	25.53642	22810.32	893	21 :	53.8385
P.B 2	26.94065	22783.38	845	21 :	52.36714
P.B 2	23.13249	22760.24	983	21 :	50.81406
P.B 1	23.70862	22859.33	964	21 :	56.55625
P.B 1	23.35852	22835.97	977	21 :	55.19051
P.B 1	24.52753	22811.44	930	21 :	53.84423
P.B 2	23.20469	22737.04	979	21 :	49.48059
P.B 1	26.16052	22785.28	870	21 :	52.43157
P.B 2	23.16201	22713.88	980	21 :	48.14301
P.B 1	25.59426	22759.69	889	21 :	50.92289
P.B 2	26.90505	22686.97	843	21 :	46.80805
P.B 2	26.97709	22659.99	839	21 :	45.25784
P.B 1	26.92498	22732.76	844	21 :	49.44832
P.B 1	26.52607	22706.24	855	21 :	47.89685
P.B 2	25.28968	22634.7	895	21 :	43.70213
P.B 2	26.47937	22608.22	853	21 :	42.24541
P.B 1	26.94656	22679.29	841	21 :	46.36723
P.B 2	24.18217	22584.04	933	21 :	40.71877
P.B 1	23.22432	22656.06	975	21 :	44.81381
P.B 2	26.13465	22557.91	863	21 :	39.32465
P.B 1	23.12533	22632.94	978	21 :	43.47554
P.B 2	23.06877	22534.84	976	21 :	37.81906
P.B 2	26.69002	22508.15	843	21 :	36.48937
P.B 1	23.60592	22609.33	957	21 :	42.14276
P.B 1	26.95998	22582.37	837	21 :	40.78205
P.B 2	23.43404	22484.71	959	21 :	34.95129
P.B 1	25.45894	22556.91	886	21 :	39.22783
P.B 2	23.0003	22461.71	976	21 :	33.601

CAPITULO V

SIMULACION Y PRUEBAS DEL SISTEMA

El sistema de automatizacion y pesado para la descarga anteriormente descrito, fue disenado como complemento al sistema automatizado ya instalado y su funcion es la de controlar el flujo de piedra de cal cocida a la salida del horno, para mantenerse asi un promedio de 24 horas durante su paso por el mismo. Esto garantiza en forma indirecta una buena calidad, estando asi en el punto optimo de cocimiento al menor gasto de combustible posible.

Este sistema, es un sistema prototipo que cuenta con los elementos necesarios para poder tener una supervision y un control continuo de las variables involucradas en el proceso de vaciado. Estas variables deben permanecer dentro de lineamientos previamente establecidos y ante cualquier variación en estos parametros, el sistema debe actuar con eficiencia y prontitud dando la solucion adecuada para que se mantega una misma relacion entre dichas variables.

Se consideraron varios metodos para corregir las posibles variantes en los lineamientos previamente establecidos, pero debido a la complejidad en el manejo del material se decidio por escoger uno basado en la variacion en el periodo de tiempo entre las descargas, ya que de esta manera se puede corregir el error acumulado descarga tras descarga.

Debido a la complejidad del proceso para la elaboracion de la cal y de que resultaria muy costoso parar la produccion de un horno para poder realizar pruebas de este sistema de automatizacion, se penso en un modelo para simulacion, con

el cual se pudieran hacer pruebas continuas del funcionamiento del sistema y prever de alguna manera las posibles variantes de peso que pueden darse dentro de los cajones de descarga.

Los modelos de simulacion resultan muy utiles debido a que se pueden realizar pruebas y experimentos muy confiables sobre ellos sin tener que realizar grandes inversiones ni arriesgar las ya existentes por errores de planeacion o de calculo.

5.1 DESEMPENO FUNCIONAL DEL SISTEMA

Este sistema fue disenado para desempenar la funcion de una bascula a la salida del horno y su objetivo principal es controlar el volumen de piedra vaciado continuamente por la parte inferior del horno para asi mantener un volumen constante de piedra en cocimiento. Su importancia es considerable por razones de calidad y costo de cocimiento, asi como para tener mayor conocimiento de la capacidad de producción.

Este proyecto, que es un sistema prototipo de automatizacion, fue disenado para el control de dos de las cuatro salidas con que cuenta el horno. Su control se inicia desde que la piedra llega a la tolva de salida, despues de haber permanecido en cocimiento por 24 horas a mas de 1000 ^{o}C.

Dado que la capacidad de cocimiento del horno es de 100 toneladas cada 24 horas, el sistema prototipo de automatizacion de descarga debe vaciar la mitad de la producción total diaria, por dos de sus salidas, dando asi una capacidad individual de 25 toneladas por dia.

Tomando en consideracion lo anterior cada sistema de descarga del horno debe manejarse de manera independiente, aunque cumpliendo la condicion de vaciar 25 toneladas cada 24 horas (1,041.66 kg por hora).

Debido a la capacidad volumetrica de los cajones de descarga (.70 x .40 x .40) metros, que da una capacidad total de

0.1120 m^3 y ya que las capacidades de las celdas de carga mas cercanas son de 23 o 45 kg, se tomo como peso ideal para cada descarga el de 25 kg, debido a que siempre resbalan piedras al ser apagado el vibrador, por lo cual se llego a la conclusion de que debe darse la orden de paro al vibrador que llena el cajon cuando este contenga aproximadamente 23 kg de piedra, dos kg antes de lo establecido.

Una vez detectado un peso de 23 kg, se mandara la orden de paro al vibrador en cuestion y mientras tanto en base a esta ultima medicion se calculara el tiempo en que se da el llenado y descarga del cajon. Para un peso detectado de 23 kg, este tiempo sera de 79.48 segundos para que se de la siguiente descarga con respecto a la descarga anterior y si el peso es por ejemplo de 26 kg, el tiempo para que se de el siguiente llenado y descarga aumentara a 89.85 segundos. De esta manera estamos contrarrestando las diferencias de peso en cada descarga y por tanto no se puede vaciar el total a descargas antes o despues de el tiempo especificado.

El sistema de automatizacion y peso en las descargas, tiene a su cargo el encendido y apagado del vibrador, el sistema de pesado del cajon de descarga y el sistema de vaciado del cajon de descarga, cumpliendo con esto las necesidades de control y monitoreo de las descargas del horno.

Una vez que el sistema ha sido puesto en funcionamiento trabajara las 24 horas de los 365 dias del año y cada vez que haya vaciado 25 toneladas por salida, iniciara su

contador una vez mas, para seguir trabajando con la cantidad inicial.

El horno solamente se vacia cuando se le da mantenimiento y en todo momento esta a su capacidad plena, por lo que a la vez que es vaciado constantemente, de igual manera esta siendo llenado cada vez que asi lo requiere.

Cuando la piedra dentro del horno ha permanecido 24 horas, es cuando ya ha llegado a la tolva de salida y solo espera a que el vibrador encienda para permitirle la salida. Cuando esto sucede, la piedra sale por la tolva y resbala por el vibrador para caer en el cajon de descarga que esta continuamente tomando medidas del peso contenido en el mismo, y que envia una senal en forma de voltaje a la tarjeta analogico/digital para ser convertida en una senal capaz de ser procesada por la computadora. Esta, por medio de un programa que lee la informacion residente en el puerto de la tarjeta convertidora analogico/digital (hex 201), al detectar un peso igual o mayor de 23 kg; manda una senal de paro al vibrador para que no siga vaciando piedra.

Una vez apagado el vibrador algunas piedras caen de el por la inercia que llevan. Estas piedras que caen despues de apagado el vibrador no son siempre la misma cantidad ni peso, por lo que pesada tras pesada es diferente el valor medido con respecto de la anterior y es por esto que se hace necesario un sistema capaz de corregir estas variantes continuas de una manera confiable y rapida, pues de lo contrario esto se podria traducir en que se vaciara mayor o

menor cantidad a lo largo de las 24 horas, que lo establecido para mantenerse dentro de los margenes de calidad.

Una vez que el sistema ha recibido el valor del peso detectado por parte del cajon de descarga, este con la ayuda de un programa lo convierte otra vez en un valor con unidades de peso y hace el calculo del tiempo en que se debe dar la siguiente descarga. Una vez que se tiene este tiempo se envia la palabra de direccion a la tarjeta prototipo y posteriormente la palabra de control o de programacion a uno de los 3 puertos del (PPI), que sera el que trabaje con la bascula en cuestion. De esta manera se programan las condiciones para su funcionamiento. Posteriormente se convierte el valor detectado por la celda de carga en una palabra binaria y se envia a la tarjeta prototipo donde entra a los "Buffer" que almacenan y dejan pasar la palabra de dato hacia el PPI que ha sido previamente programado y esta listo para recibir la palabra con la informacion.

El circuito 8255 (PPI) tiene la funcion de direccionar de acuerdo a la informacion recibida en la palabra de control, la palabra de dato, que llega a un "Latch" circuito 14508B donde permanece en estado de de alta impedancia mientras no llegue nueva informacion en la siguiente palabra de dato.

El circuito 14508B dependiendo de la palabra de dato, pone en estado de alta impedancia algunas de las 8 compuertas bidireccionales que tiene el circuito 4066. Este circuito tiene la peculiaridad de que cuando se habilita alguna de

sus compuertas, permite que lo que recibe en una entrada/salida pase directamente a la otra entrada/salida sin ninguna modificacion ni cambio de fase. Esto nos proporciona una gran utilidad, ya que el circuito encargado de dar la base de tiempo (2240) tiene la caracteristica de contar con 8 salidas las cuales entregan un pulso que puede ser de 1,2,4,8,16,32,64 y 128 dependiendo de la salida que este conectada. Si se desean valores intermedios, se pueden sumar las senales de las salidas necesarias dando de esta manera un pulso despues de el valor deseado.

Todas las senales de salida del circuito temporizador estan conectadas a una de las entradas/salidas del circuito de compuertas bidireccionales, que al recibir la palabra de dato, habilita solo aquellas compuertas donde la palabra de dato lo requiere dejando pasar solo aquellas senales del circuito temporizadar necesarias para dar el tiempo de retardo.

Una vez que se ha mandado la palabra de dato y que esta ha habilitado las compuertas requeridas, el circuito temporizador manda un pulso con un retardo en segundos igual a la suma de las compuertas habilitadas. Este pulso, es el encargado de dar la orden de vaciado al cajon de descarga para que se llene nuevamente antes del tiempo justo calculado por el programa para mantener la exacta relacion entre el peso restante a ser descargado y el tiempo que falta para ello. Este pulso, producido por el circuito temporizador, es enviado desde la tarjeta prototipo por

medio de un conector DB-25 hasta un relevador que permite que sea energizado el motor de giro del cajon para con ello dar la descarga de piedra sobre la banda transportadora.

Este sistema de prueba esta hecho por duplicado para asi controlar dos de las cuatro salidas del horno, una por cada sistema dando como resultado un control que funciona de manera independiente en cada uno. De igual forma, ya que se detecta el peso minimo requerido o mas en el cajon de descarga, y es desconectado el vibrador, se espera a que ya no se presente variacion en el peso detectado y se toma la ultima medicion con la cual se calcula el tiempo para la proxima descarga. Mientras esto sucede, se da la orden de giro al cajon para descargar lo ya pesado, y ya que ha sido vaciado y regresa a su posicion original el cajon, se da la orden de encendido al vibrador para llenarlo nuevamente y apagado cuando se detecte el peso requerido. Cuando se va a cumplir el tiempo para el vaciado, el cajon puede ser pesado ya sin temor a que exista alguna variacion y descargado en el momento en que se cumpla el tiempo calculado por el circuito temporizador para volver a descargar.

5.2 SIMULACION DEL SISTEMA

Dentro de este proceso de automatizacion, la parte mas complicada para probar su funcionamiento debido a las restricciones que se tienen de la infraestructura, es la parte del pesado del cajon de descarga, ya que para ello se necesita tener una amplia disponibilidad del equipo, cosa que es poco posible ya que resulta muy caro parar la produccion del horno para hacer pruebas de instalacion con el cajon de descarga. Considerando estas limitantes fue necesario buscar la forma de simular en lo posible, de una manera sencilla, barata y externa al sistema, el funcionamiento de la parte del pesado. Esto sin realizar inversones considerables durante las pruebas, por lo que se busco un equipo o dispositivo barato, que pudiera hacer las funciones del cajon de descarga y de la celda de carga. El dispositivo elegido para la simulacion del proceso, debido a sus caracteristicas, bajo costo ($ 5.00 -15.00 dlls), disponibilidad, facil manejo, etc., fue el "JOYSTICK" o "PALANCA DE JUEGO" que es comunmente usado en las computadoras personales.

La posibilidad de instalar una palanca de juegos en una computadora, resulta para algunos, de interes limitado, no obstante sus usos son variados, ya que con programas sencillos, la palanca de juego puede servir para muchas otras cosas que no sea jugar, como es el caso de esta simulacion.

Como ya se explico en el capitulo II sección 2.3 la palanca de juego (joystick) utiliza una tarjeta convertidora analogico / digital llamada "game control adapter", para recibir la informacion de la palanca de juego, cambiarla al lenguaje de la computadora y almacenarla para su futuro uso. Esta tarjeta utiliza el puerto 201H y a traves de el podemos verificar permanentemente el estado de la palanca, es decir, conocer las coordenadas de la palanca y el estado de los pulsadores (pulsados o no).

Este puerto puede controlar dos palancas y a continuacion se muestra la escritura del puerto:

Bit 7 a 0: Boton D pulsado

Bit 6 a 0: Boton C pulsado

Bit 5 a 0: Boton B pulsado

Bit 4 a 0: Boton A pulsado

Bit 3 a 0: Palanca B - eje X - Single shot activo

Bit 2 a 0: Palanca B - eje Y - Single shot activo

Bit 1 a 0: Palanca A - eje Y - Single shot activo

Bit 0 a 1: Palanca A - eje X - Single shot activo

Si el significado de los bits 4 a 7 es evidente, no sucede lo mismo con los bits 0 a 3. ¿Que es el single shot?.

He aqui el detalle de las operaciones. Cualquier envio de datos hacia el puerto 201H pone automaticamente los bits 0 a 3 en valor (1). Se mantendran en este valor un tiempo proporcional a la resistencia del circuito correspondiente de la palanca. El valor de esta resistencia es directamente función de la posicion de la palanca en el eje considerado.

La resistencia es nula en los dos ejes cuando la palanca esta en la posicion superior izquierda y maxima cuando esta en la posicion inferior derecha. Dicho de otra manera, para la palanca A, por ejemplo, los bits 0 y 1 se pondran casi inmediatamente en (0) tras el direccionamiento del puerto 201H si la palanca esta en la posicion superior izquierda, mientras que permanecera cierto tiempo en (1) si la palanca esta en la posicion inferior derecha. Evidentemente sera necesario calibrar el tiempo, en funcion de cada equipo.

El conocimiento de estos hechos elementales nos permitira poner a punto, sin dificultad excesiva, un conjunto completo de funciones de control de palancas sin tener que recurrir a rutinas de lenguaje ensamblador.

Como ya se vio la palanca de juego nos es de gran utilidad en la simulacion de este proceso de automatizacion, ya que nos permite probar el sistema sin necesidad de sacrificar el proceso productivo actual.

La palanca de juego al ser accionada, produce un valor resistivo que hace variar el voltaje aplicado al mismo y que regresa a la tarjeta convertidora analogico / digital por el cable de conexion. Este valor de voltaje al llegar a la tarjeta de conversion A/D es convertido al lenguaje de la computadora y almacenado en el puerto 201H pra su futuro uso. Este voltaje hace las veces del voltaje entregado por la celda de carga y lleva la informacion del peso contenido dentro del cajon de descarga, elemento principal para la automatizacion de este proceso.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se ha desarrollado un modelo teorico para la solucion de un problema de indole practica, sin embargo es necesario como primer paso en la solucion de un problema especifico, hacer un planteamiento de esta naturaleza, mismo que sirve para la elaboracion de un prototipo que, puesto en operacion, tendra que tener una serie de ajustes de funcionamiento, los cuales seran minimos si el modelo teorico toma en cuestion el mayor numero de parametros que pueden afectar dicho proceso. En el caso descrito en este trabajo, se tomo el mayor numero posible de parametros y los mas importantes para la solucion del problema del control de pesado de la materia prima de un proceso industrial.

De este trabajo se concluye lo siguiente:

1.- A traves del sistema de control disenado, se logra resolver el problema del control continuo de las descargas en un horno de coccion de cal con un grado de precision mayor del que se tiene instalado actualmente, lo cual da por resultado ahorro de combustibles, tiempo optimo de coccion en el proceso y mejoramiento de la calidad del producto, ya que se logra que el tiempo que permanece la materia prima en el horno sea el adecuado.

2.- El sistema es sencillo ya que no requiere de fuertes inversiones ni de equipos especializados, asi como tampoco de grandes cambios en las instalaciones, ya que el costo del equipo de computo y equipo de control de tiempos junto con sus accesorios es de aproximadamente cinco millones, que

constituyen la inversion total para poner en operacion el sistema.

3.-El sistema es relativamente facil de instalar y poner en operacion, ademas de tener la flexibilidad de poder extenderse a otros hornos, ampliando unicamente la capacidad de la tarjeta de adquisicion de datos y adicionando algunos circuitos en la tarjeta de control del sistema.

Por lo tanto es el sistema propuesto que se recomienda poner en operacion.

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A :

1.- Hendrik Colijn "Weighing and Proportioning". Transtech Publications.First edition 1975.

2.- "The 8080 Microprocessor Boox. Wiley Interscience.

3.- Intel Component Data Catalog.

4.- Motorola CMOS Data.

5.- Catalog Microcomputer I/O Boards & Software 1987 Data Translation.

6.- P. Philippot. "Turbo Pascal para IBM PC y compatibles". Colección Informática de Gestión. Edit. Gustavo Gili, Barcelona 1983.

7.- Transducer Inc. Manual.

8.- Microsoft GW Basic Manual.

9.- Multi-Personal Computer Operations Guide. Columbia Data Products Inc.