

CAPITULO II



MARCO TEORICO

CAPITULO II

MARCO TEORICO

A. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Domínguez y Maldonado (1998). Desarrollaron un prototipo de una tarjeta de adquisición de datos, para el monitoreo y el control de una torre de destilación.

El objetivo principal de esta investigación fue la implementación de un control en la torre de destilación marca EIVS (L'Équipement Industriel en Veres, Speciaux), para desarrollar las de laboratorio de procesos químicos del Instituto Universitario de Tecnología “ Alonzo Gamero ”, ubicado en el estado Falcón.

El tipo de investigación es aplicada y la metodología utilizada es propia de los autores de esta investigación, adaptándose a las necesidades de desarrollo de la investigación.

Inicialmente se realizó una investigación documental, luego se paso al diseño, seguidamente se seleccionó el lenguaje de alto nivel más adecuado y posteriormente se depuró el prototipo para su elaboración. Para luego, evaluar

su eficiencia y por último preparar toda la documentación necesaria para el buen funcionamiento del mismo.

Con el desarrollo de esta investigación, se logró monitorear y controlar las variables presentes en un proceso de destilado, por comunicación entre sensores de salida análoga y una P.C., demostrando las ventajas y la eficiencia al establecer en un sistema de monitoreo y control, una computadora personal como herramienta principal para procesos que requieren permanente supervisión.

Por su parte, Fernández (1996). Realizó el diseño e implementación de un sistema de control de fluidos para una gabarra de perforación caso Delta IV, que tiene como propósito fundamental del diseño e implementación de un sistema de control de fluidos de una gabarra, para lograr mejor rendimiento y seguridad, en el proceso de perforación petrolera.

Este estudio de tipo descriptivo evidenció la necesidad de un sistema de control para las variables físicas que interviene en procesos relacionados con hidrocarburos, al igual que en esta investigación. Similarmente se utilizaron sensores ubicados en el campo, con salidas análogas y discretas transformándolas a señales digitales para ser procesadas por un PLC.

Concluyendo que por medio de este estudio se obtuvo un sistema de control de flujo eficaz para los trabajos de perforación petrolera.

Así mismo, Barboza y Ramírez (1998), realizaron un trabajo titulado “Desarrollo de un sistema de control con microcontroladores para la supervisión continua de riesgos en zonas agrícolas”. En este sentido cabe destacar la utilización de microcontroladores para la supervisión continua de riesgo en zonas agrícolas, utilizando para el logro de los objetivos la metodología propuesta por Angulo (1993) la cual consta de nueve fases que son: Definición y especificaciones, esquema general del Hardware ordinograma general, adaptación del hardware y software, ordinograma modulares y codificación del programa, implementación del hardware, depuración del software, integración del hardware y el software y por último la construcción del prototipo y prueba final.

El tipo de investigación es aplicada, ya que busca solución a un problema, específicamente la necesidad de riesgo controlado y continuo en zonas agrícolas.

Los resultados obtenidos fueron entre otros la adaptación de la tecnología RIC16C84 para cumplir los requerimientos del estudio; logrando el

desarrollo de un sistema amigable, sencillo y de bajo costo, atractivo para los agricultores.

Al comparar el presente estudio con los antes escritos, se determinó su semejanza con este trabajo en la utilización del PIC16C84 como parte fundamental del diseño. Para el control y monitoreo interactuando con los sensores de nivel, publiosidad entre otros, para establecer salidas de control.

B. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Los sistemas de control se define como un sistema compuesto por diversos componentes que interactúan para proporcionar una respuesta deseada. Estos sistemas son muy utilizados en todas las áreas del saber humano y su origen es natural ya que es comúnmente observado en la naturaleza. En el área industrial su utilización se ha extendido y especializado notablemente constituyendo una herramienta básica de la ingeniería.

En el campo de este tipo de sistemas la computadora digital ha tenido una marcada influencia, hasta el punto de ser parte casi indispensable en un sistema de control.

2.1 SISTEMAS DE CONTROL DE CIRCUITO CERRADO

En un sistema de control lo más importante es conocer la respuesta deseada, la principal característica del sistema de control de circuito cerrado es que en este se utiliza se utiliza una señal proporcional de error entre la entrada y la salida del sistema para controlar el proceso, es decir, se producen unas operaciones de manera secuencial conocida como sistema de retroalimentación.

"Este sistema es el más utilizado por su gran eficacia en su utilización, en este sistema es el más utilizado por su gran eficacia en su utilización, en la naturaleza tenemos muchos ejemplos relacionados con él, por mencionar alguno el sistema de control humano para el ritmo cardíaco se puede denominar como un sistema de control con retroalimentación, y por tanto es un sistema de control de circuito cerrado". (Harrison y Bollinger. p. 95)

2.2 SISTEMAS DE CONTROL DE CIRCUITO ABIERTO

A diferencia del sistema de control de circuito abierto en este tipo de sistema no se utiliza la señal de error, y se denomina de circuito abierto porque no tiene retroalimentación.

En este sistema no se toma en cuenta la relación de error entre la entrada y la salida, cumple funciones de control con pasos previamente establecidos.

2.3 FUNCIONES DE TRANSFERENCIA (Gs)

Es la transformada de Laplace que expresa la relación existente entre la entrada y la salida, en un sistema de control con condición inicial de energía inexistente.

Su uso es clave para definir matemáticamente el comportamiento de cada paso de un sistema de control.

2.3.1. RAICES DE UNA FUNCION DE TRANSFERENCIA

"Las raíces se ubican en un plano complejos. Los valores numéricos de s que hacen 0 el denominador se les denomina polos, por otro lado de les llama ceros a los valores numéricos de s que hacen 0 al numerador".

(Harrison y Bollinger. p. 32)

2.4 DIAGRAMA DE BLOQUE

Son utilizados para representar las funciones de transferencia de cualquier sistema. Las variables son funciones del operador complejo s , como muestra la figura.

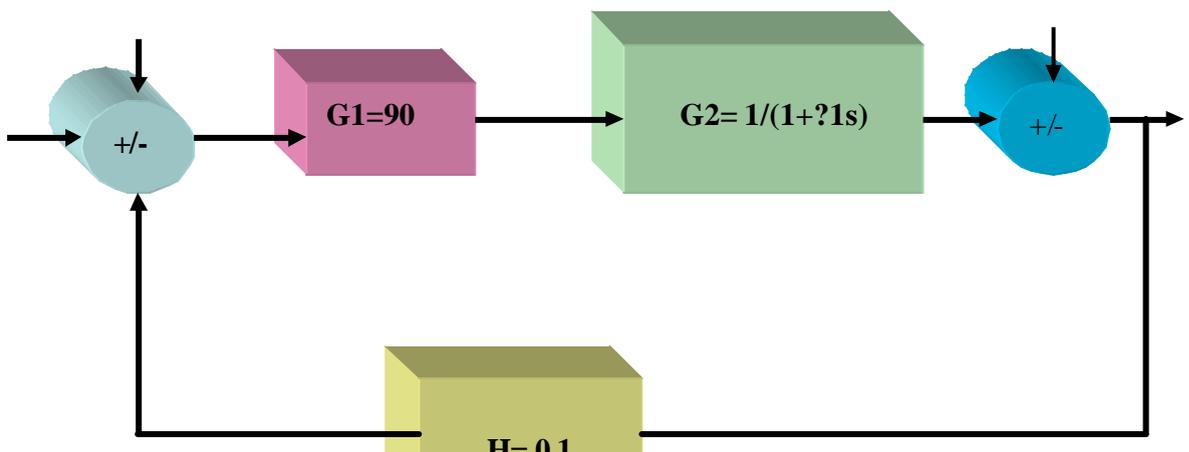


Figura 1. Fink y Chistriansen. 1992. Pag. 17-58 vol. III

Sistema de control de lazo cerrado

Esta forma de representación a través de funciones de transferencia del comportamiento matemático de los procesos del sistema.

2.5 ESTABILIDAD DEL SISTEMA

Un sistema de control requiere de estabilidad para que la respuesta sea satisfactoria, de lo contrario se corre el riesgo de no obtener los valores deseados de las variables controladas. Los grandes cambios pueden tener efectos devastadores en el componente de la corrección de errores. Se debe tomar en cuenta la estabilidad relativa, ya que la respuesta puede ser insatisfactoria.

3. CONVERTIDOR DE DIGITAL A ANALÓGICO

Este tipo de convertidores transforma una señal digital en un voltaje o corriente analógica. Para lograr esta conversión se utilizan diversas técnicas; una de ellas se basa en la utilización de revisteros colocados mesuradamente, donde se desplaza la corriente que es inversamente proporcional o igual a la magnitud de salida del convertidor digital/analógico. (Millman. 1979. p.362)

Otro método está relacionado con el uso de un conmutador COMAS para modificar los transistores en una serie de resistencias colocadas en una red en forma escalonada.

4. CONVERTIDORES DE ANALOGICO A DIGITAL

Su funcionamiento consiste en convertir una entrada de voltaje o corriente analógica en una salida de lógica digital de 1 y 0.

Las técnicas de conversión en este caso se logran de diversas maneras, una de ellas es incrementando un contador, que alimente de tensión a un convertidor digital/analógico hasta parar cuando se exceda el límite de la tensión analógica presente, también se puede obtener utilizando aproximaciones sucesivas, es decir, el bits más significativo en el número binario indica si la tensión se encuentra en la mitad superior o inferior de los límites. El próximo bit subdivide este intervalo a la mitad, y así sucesivamente.

La conversión se obtiene comparando los puntos de división regional. (Millman. 1979. p. 364)

5. COMPUTADORAS DIGITALES

Las computadoras digitales son máquinas capaces de procesar información y de arrojar resultados en base a dicha información en forma de variables que toman valores binarios de 1 y 0.

El inicio de estas máquinas digitales a finales de los años 40 primordialmente su uso se centro en el computo de números.

Las computadoras de este tipo utilizan en su funcionamiento la lógica binaria. A un dígito binario se le denomina bit; un grupo de ellos es requeridos en el proceso llevado a cabo por las computadoras digitales.

Con el uso adecuado y codificado de forma juiciosa de un grupo de bits se puede lograr desarrollar diferentes instrucciones para obtener cómputos.

Las computadoras constituyen la principal herramienta de los avances tecnológicos en las más importantes áreas desarrolladas y a desarrollar por el hombre. Son máquinas que almacenan y procesan datos en gran cantidad y a

altas velocidades de una manera segura, ellas pueden comunicar diferentes sistemas y son parte primordial de los sistemas de control de alta tecnología.

Un sistema de computadora esta compuesto por dos grandes partes: el hardware y el software.

5.1 HARDWARE

Es la parte tangible y visible del computador, es decir, todos aquellos dispositivos electrónicos y electromecánicos que constituyen físicamente la computadora.

DIAGRAMA DE BLOQUE DE UNA COMPUTADORA DIGITAL

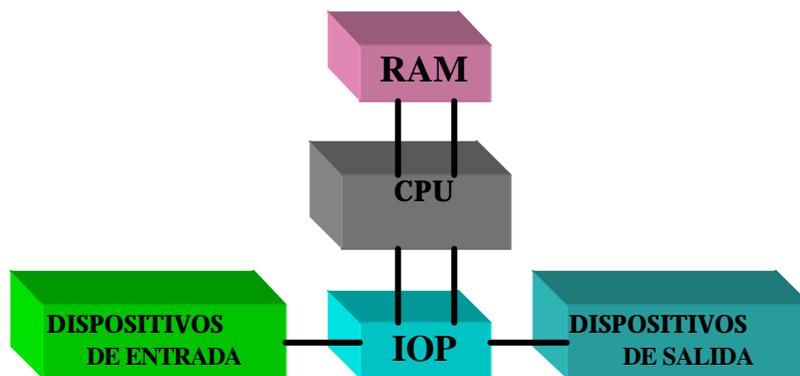


Figura 2. Mano, Morris. 1992. Pag. 5

5.1.1 UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO

También llamada CPU, es la parte fundamental para acceder y recuperar información binaria en un periodo fijo de tiempo. Posee una unidad aritmética lógica denominada ALU encargada de manipular datos y circuitos de control para la lectura de la memoria de acceso aleatorio (RAM).

(Morris. 1992. p. 5)

5.1.2 RAM

Es la memoria de acceso aleatorio, es decir la memoria utilizada por el computador para procesar datos e información.

Es una memoria de solo lectura desaparece al apagar el computador.

5.1.3 PROCESADOR DE ENTRADA Y DE SALIDA (IOP)

Controla la transferencia de información entre la computadora y el mundo externo por medio de circuitos electrónicos especializados para ello.

Esta información puede ser transferida de forma serial o paralela.

5.2. SOFTWARE

Son el conjunto de instrucciones o programas cuyo objetivo es facilitar el uso de la computadora. Los programas incluidos con el software del sistema se

le denomina sistema operativo, distintos a los programas de aplicación para resolver problemas particulares del usuario.

5.3 DISPOSITIVOS DE ENTRADA

Existen muchos modos de introducir datos a la computadora, uno de ellos el más comúnmente utilizado es el teclado. Otra forma de introducir datos es a través de disquetes, CD-ROM, mouse, escáner y todo dispositivo capaz de comunicarse al CPU e introducir datos o información.

5.4 DISPOSITIVOS DE SALIDA

Este tipo de dispositivo nos da la salida de datos del computador; el más conocido de ellos es el VPU o unidad de presentación visual, también con las cintas magnéticas y la es posible realizar esta función impresora. Estos dispositivos nos dan la respuesta o la salida del computador; el más conocido de ellos es el monitor, el cual representa de forma visual la respuesta de la máquina digital, otro muy conocido es la impresora que realiza la misma función pero de manera impresa.

5.5 BUS

Es el que permite la comunicación entre el CPU y la memoria, interconectandolas a través de un bus de datos y un bus direccional; en ambos casos la comunicación es de forma bidireccional.

5.6 EI RELOJ

Toda actividad llevada a cabo por el computador se realizan en un intervalo fijo de tiempo controlado por los impulsos producidos por un oscilador de cristal de cuarzo, presente en todos los relojes de cuarzo. Cada impulso es un paso en las funciones del computador.

6. DENSIMETRO NUCLEAR

Está constituido por dos partes, una parte de emisión de rayos gamma por medio de una partícula radioactiva de cesio 137, ubicado debajo de la tubería y una parte de lectura electrónica por medio de una cámara de ionización que convierte la señal de rayos gamma en una señal electrónica para linealizarla y amplificarla ubicado en la parte superior o electrónica del sensor la cual varía por el paso de cualquier líquido por la tubería y/o al incrementar el peso del mismo, determinando así la densidad de dicho fluido medida en libras por galón (PPG) o libras de arena agregado (PPA). (Manual de Texas Instrument. 1990. p. 11)

7. TRANSDUCER DE PRESIÓN

Se encuentran ubicados en las tuberías y/o bombas que intervienen en el proceso, este dispositivo es fabricado por Viatran. Los transducidos de presión determinan la presión en la tubería a través de galgas extensométricas, es decir de resistencias que se basan en la variación de la longitud y el diámetro, al someterlas a una tensión de tipo mecánica por el efecto de la presión. Esta variación es registrada por un circuito electrónico basado en un puente de

wheatstone y enviada en forma de señal electrónica análoga, a través de los cables de presión.

8. SENSOR DE FLUJO

Se basan en una rueda dentada y un dispositivo denominado magnetic pickup (MPU), este medidor de flujo se encuentra acoplado a los equipos encargados de bombear los fluidos necesarios que intervienen en el proceso. Su funcionamiento consiste en la variación de un campo electromagnético que envuelve una bobina produciendo una señal de voltaje variable (frecuencia) que es igual al desplazamiento de las ruedas dentadas que a su vez son directamente proporcional al movimiento de las bombas de desplazamiento positivo denominadas bombas triplex, por lo que se puede determinar la tasa de bombeo y el acumulado en barriles por minuto (BPM) o en galones por minuto (GPM).

Existen dos tipos de MPU de dos pines donde la señal de salida es variable y va desde -2 a 2 voltios y de tres pines donde la señal alterna va hacia un transistor que actúa como conmutador variando la señal en forma de pulsos de 0 a 12 voltios.

9. FLOWMETER

Dispositivo de medición de flujo que consiste en un tubo cilíndrico que tiene en los extremos aletas fijas para linelizar el paso de cualquier líquido y en el centro un rotor que da vueltas dependiendo del flujo del líquido que pasa por

ella y que determina la variación electromagnética por medio de un MPU instalado en la parte externa.

10. CDA II (Controlador de Densidad Automático)

Controla la densidad de los fluidos en los procesos de Cementación, consta de un módulo que registra de forma visual la densidad y establece el contacto entre el operador y la operación de carga y descarga de la arena que se encuentra en el source tank, para obtener la mezcla necesaria para la Cementación (lechada), ya sea de forma manual o automática; este módulo maneja una cuchilla y una servoválvula que controla el flujo de líquido por el proceso.

11. VISCOSIMETRO

Dispositivo que mide la viscosidad de un fluido, el utilizado está basado en un motor provisto de un rotor interno con dos placas metálicas adheridas en el otro extremo a imanes, cerca de una base donde están ubicadas varias bobinas, al encender el motor durante el paso del fluido el rotor gira dependiendo de su viscosidad, produciendo una mínima desviación gradual de las placas metálicas alejando o acercando los imanes a las bobinas originando un campo magnético variable que es registrado y procesado por un circuito electrónico para convertirlo en una señal electrónica de 4 a 20mA.

12. PROCESOS ESPECIALIZADOS DE LOS POZOS PETROLEROS

12.1. CEMENTACIÓN

A través de éste proceso se forma la estructura o base del pozo y a la vez se utiliza para el sellado de pozos no productivos, existen diversos tipos:

De 5 1/2, de 7 , de 9, de 5/8, de 10 3/4, de 13 3/8, de 20, skuezze, liner, tapones de abandono etc.

12.2. ESTIMULACIÓN

Es el proceso mediante el cual el pozo mediante aditivos y fluidos que llegan a la formación, mejoran la cantidad y calidad de producción; sirve también para llegar a zonas inaccesibles del pozo. Tipos de trabajo: Fractura con agua o gasoil, highsand, acidfrac, etc.

12.3. COILED TUBING

Proceso utilizado para la limpieza de tubería de producción, mejorando la producción del mismo, consiste en la introducción de una tubería delgada de cierta flexibilidad al pozo. Tipos de trabajo: Motor de fondo, limpieza química, limpieza mecánica, limpieza con solvente.

13. MICROCONTROLADOR PIC16C84

Es un microcontrolador de 8 bits de muy alto rendimiento y construido bajo tecnología CMOS. Los PIC16/17 emplean una arquitectura avanzada RISC. Dicho dispositivo posee un núcleo ensamblado, 8 niveles de pila e interrupciones internas y externas. La separación del bus de datos y el bus de dirección en la arquitectura hardware permite una palabra de instrucción de 14 bits y un bus de datos de 8 bits. Las estaciones de instrucciones permiten ejecutar todas las instrucciones en un solo ciclo, excepto para los programas

ramificados, que requieren dos ciclos. Dispone de 35 instrucciones y un registro extenso para ejecutar programas de alto nivel.

Tipicamente el PIC16C84 realiza un código de comprensión de 2:1, y se ejecuta a una velocidad de 2:1 (10 Mhz). El PIC16C84 posee 36 bytes de memoria RAM, 64 bytes de memoria EEPROM y 13 pines de puertos I/O. Esta familia posee características especiales para reducir componentes externos. Hay cuatro opciones para el oscilador, el RC para un costo bajo y funcionamiento sencillo, el LP para reducir el consumo de potencia, el XT como oscilador de cristal estandar y el HS para cristales de alta velocidad.

El modo SLEEP ofrece ahorro de energía. El usuario puede despertar al microcontrolador mediante interrupciones externas o internas. La memoria EEPROM del PIC16C84 permite su uso para prototipos de prueba y esta incluida en la misma pastilla. Por otro lado permite el uso de un código para reprogramar el dispositivo sin necesidad de removerlo. La programación serial hace a este dispositivo aún más versátil.

13.1 ARQUITECTURA

La alta eficiencia del PIC16C84 se puede atribuir a un número de características especiales de su arquitectura, comunmente encontrada en los microprocesadores RISC. El PIC16C84 utiliza una arquitectura HARDWARD. Esta arquitectura tiene por separado el acceso al programa y a los datos en memorias separadas, por lo tanto el dispositivo posee un bus de memoria de datos y un bus de memoria de programa. Esta descripción sobre la vieja

arquitectura VON NEWMAN (donde el bus de datos y de programa estan unidos en una sola memoria), trae mejoras en el ancho de la palabra de operación. En el PIC16C84 esta palabra se conoce como OPCODE y es de 14 bits. Esto permite el procesamiento de 14 palabras de instrucción en un ciclo de máquina. El PIC16C84 direcciona 1K x 14 de memoria de programa interno. Este microcontrolador puede ser direccionado directa e indirectamente hacia sus registros o archivos. Todos los registros de funciones especiales y el contador de programa estan mapeados en la memoria de datos. (Manual del PIC16C84. 1996. p. 6)

13.1.1. CICLO DE INSTRUCCIÓN

La entrada del reloj (OSC1) es internamente dividida entre cuatro, para generar cuatro relojes en cuadratura sin solapamiento, estos ciclos son Q1, Q2, Q3 y Q4. Internamente el contador del programa (PC) es incrementado cada Q1, la instrucción es tomada de la memoria del programa y colocada dentro del registro de instrucción en Q4.

La instrucción es decodificada y ejecutada durante el siguiente Q1 hasta Q4.

Un ciclo de instrucción se divide en cuatro Q. La instrucción tomada y ejecutada y conducida tan pronto como se toma otra y se genera un nuevo ciclo de instrucción. Se observa que este proceso se ejecuta en un solo ciclo de instrucción. Si una instrucción cambia al PC, Luego ocurre una petición de dos ciclos de máquina para dicha instrucción comienza con el PC

incrementando Q1 en la ejecución del ciclo, la instrucción tomada es colocada en el registro de instrucción en el ciclo Q1. Esta instrucción es decodificada y ejecutada durante los ciclos Q2, Q3 y Q4. La memoria de datos es leída en el ciclo de Q2 y escrita durante Q4.

13.2. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA

En el PIC16C84 hay dos bloques de memoria, estos son la memoria del programa de datos. Cada bloque tiene su propio bus, lo que el acceso para cada bloque puede ocurrir durante el mismo ciclo del oscilador. La memoria de datos (RAM) se divide en registros de propósito general y registros de funciones especiales (SFR). Los SFR tienen como operación principal controlar el núcleo del microcontrolador y módulos periféricos. Por otro lado la memoria del programa contiene la memoria de datos EEPROM. Esta memoria no esta mapeada directamente sobre la memoria de datos, pero puede ser mapeada indirectamente. Esto es un direccionamiento indirecto que especificara la dirección de la memoria EEPROM para escribirla y leerla. Los 64 bytes de la memoria EEPROM tiene el rango de direccionamiento de 00h a 3Fh.

13.2.1. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DEL PROGRAMA

El PIC16C84 posee un contador de programa de 13 bits capaz de direccionar un espacio de memoria de programa de 1Kx 14 (0000h - 03FFh). El acceso a la locación de memoria sobre una dirección implementada físicamente causará solapamiento, por ejemplo: locaciones 20h, 420h, 820h, C20h, 1020h, 1420h y 1C20h serán la misma instrucción.

El vector de puesta a cero o reset esta ubicada en la dirección 0000h y el vector de interrupción esta en la dirección 0004h.

13.2.2. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DE DATOS

La memoria de datos esta particionada en dos áreas: La primera, el área de los Registros de Funciones Especiales (SFR), mientras la segunda área corresponde a los Registros de Propósito General (GPR). Los SFR controlan la operación del dispositivo.

Porciones de la memoria de Datos están Banqueado . Esto es para varias áreas (SFR Y GPR). El área de los GPR esta banqueada para permitir valores superiores a los 116 bytes de RAM para propósito general. Las áreas banqueadas de los SFR son para los registros que controlan las funciones periféricas. El banqueo requiere el uso de bits de control para su selección. Estos bits de control estan ubicados en el registro STATUS.

Toda la memoria de datos puede ser accesada directamente con el uso de la dirección absoluta de registro de archivo o indirectamente, a través de la selección se registro de archivo correspondiente. El direccionamiento indirecto utiliza el valor actual de los bits RP1: RP0 dentro del registro STATUS.

Los GGPR están ubicados en el Banco 0, y los SFR en el banco 1. El banco 0 es seleccionado mediante la puesta a cero del bit RP0 (STATUS <5>), por el contrario, la puesta a una del bit RP0 selecciona el banco 1. Cada banco extiende hasta los 128 bytes. Las primeras 12 locaciones de memoria

de cada banco están reservadas para los SFR, y las locaciones restantes son GPR implementados en una RAM estática (SRAM).

❖ **REGISTROS DE PROPÓSITOS**

GENERAL (GPR)

Todos los dispositivos poseen cierta cantidad de área para los Registros de Propósito General (GPR). Cada GPR es de 8 bits y pueden ser accedidos directa o indirectamente mediante los registros de funciones especiales (SFR).

Los GPR direccionados en el banco 1 son mapeados en las direcciones del Banco 0. Como ejemplo, direccionar la locación 8 Ch accederán al mismo GPR.

❖ **REGISTROS DE FUNCIONES ESPECIALES (SFR)**

Los Registros de Funciones Especiales son utilizados por el CPU y las funciones periféricas para controlar la operación del dispositivo. Estos registros son SRAM.

Los SFR pueden ser clasificados en dos grupos, núcleo y periféricos.

1- REGISTRO STATUS

El registro STATUS contiene el estado aritmético de la ALU, el estado de RESTy el bit de selección de banco para la memoria de datos.

Como cualquier registro, el registro STATUS puede ser el destino para cualquier instrucción. Si el registro STATUS es el destino para una instrucción que afecte a los bits Z, C o DC, la escritura a estos registros es automáticamente desactivada. Estos bits son puestos a cero o uno según la lógica del dispositivo. No obstante, los bits T0 y PD no se pueden escribir. Por otro lado, el resultado de una instrucción con destino al registro STATUS, podría ser diferente a lo pensado. Por ejemplo, la instrucción CLRF STATUS limpiará los 3 bits más significativos y pondrá a uno el bit Z, esto coloca el registro STATUS como 000u u l uu (donde u = invariable).

Únicamente las instrucciones BCF,BSF y MOVWF deben ser utilizadas para alterar el registro STATUS, porque ninguna de estas funciones modifican los bits internos de dicho registro.

Los bits IRP y RP1 (STATUS < 7: 6 >) no son utilizados por el PIC16C84 y deben ser programados como cero. El uso de estos bits como bits de propósito general R/W no es recomendado ya que podría afectar la comunicación entre otros dispositivos.

Para la resta, los bits C y DC (STATUS < 1:0 >), operan como BORROW y DIGIT BORROW respectivamente.

2- REGISTRO OPTION

Cuando el pre-escalador es asignado al WDT (PSA= 1), la asignación al TMRO es de 1:1.

3- REGISTRO INTCOM

Es un registro que puede ser leído y escrito, contiene diversos bits de alimentación para todas las fuentes de interrupción.

13.2.3 . CONTADOR DEL PROGRAMA

El contador del programa (PC) tiene un ancho de 13 bits. El Byte bajo el PC son el registro PCL, el cual puede ser escrito y leído. El byte alto del PC es el registro PCLATH, el cual no puede ser escrito ni leído de forma directa. El PCLATH es un registro sostenedor para el PC. El contenido del PCLATH es transferido al byte superior del PC cuando éste es cargado con un nuevo valor, esto ocurre al implementar un CALL, GOTO o una escritura al PCL.

13.2.4. PILA (STACK)

El PIC16C84 posee un stack de 13 bits de ancho x 8 niveles de profundidad. El espacio del stack no es parte del espacio de memoria o programa, y el apuntador del stack no se puede leer o escribir.

Los 13 bits del PC, son PUSHED dentro del stack cuando una instrucción call es ejecutada, o alguna interrupción es reconocida. El stack es POPPED cuando se ejecutan las instrucciones RETURN, RETLW, o RETFIE.

El stack opera en forma de buffer circular, es decir, después de que el stack es pushed ocho veces, el noveno push sobrescribe el valor guardado en el primer push; el décimo push sobrescribe el valor guardado en el segundo push, y así sucesivamente.

Si el stack es popped nueve veces de manera efectiva, el valor del PC es el mismo del primer pop.

13.2.5. DIRECCIONAMIENTO INDIRECTO REGISTROS INDF Y FSR

El registro INDF no es un registro físico. Al direccionar el registro INDF actual, este direcciona el registro que posee la dirección contenida en el registro FSR (FSR es un apuntador), esto es direccionamiento indirecto.

13.3. PUERTOS I/O

El PIC16C84 posee dos puertos, PORTA y PORTB. Algunos de los pines de los puertos están multiplexados con una función alterna de desarrollo del dispositivo.

El registro PORTA es un "lacth" de 5 bits. RA4 es una entrada tipo disparo Schmitt y salida de drenador abierto. Los demás RA pines del puerto poseen niveles de entrada TTL y manejadores de salida CMOS. Todos los pines tienen bits de dirección de datos (registros tris), los cuales pueden configurar los pines como entrada y salida de forma independiente. Poniendo a 1 algún bit del registro TRISA, correspondiente al bit seleccionado como una entrada, si algun bit es puesto a cero, luego el pin correspondiente es colocado como salida.

13.4. MÓDULO TIMERO Y REGISTRO TMRO

El módulo "TIMER" es un contador/temporizador y posee las siguientes características:

- ❖ Contador/temporizador de 8 bits.
- ❖ Puede ser leído y escrito.
- ❖ Selector de flancos para reloj externo.

El modo temporizador es seleccionado poniendo a "0" el bit tosc (option <5>), en el modo temporizador, el módulo timero se incrementa cada ciclo de instrucción (sin pre-escalador). Si el registro TMRO es escrito, el incremento es inhibido por los dos siguientes ciclos de instrucción. El usuario puede trabajar alrededor de éste, escribiendo un valor ajustado para el registro TMRO.

El modo contador es seleccionado poniendo a "1" el bit TOSC (OPTION <5>) en este modo el TMRO se incrementará en cada flanco subida o en cada flanco de bajada del pin RA4/TOSCI. El incremento de los flancos es determinado por el bit de selección fuente de flancos TOSE (OPTION <4>). Al limpiar éste bit se seleccionan los flancos de subida.

El pre-escalador esta compartido por el módulo TIMERO y el "WACHDOG TIMER" la asignación del preescalador está controlada (en el SOFTWARE) por el bit PSA (OPTION<3>). Al limpiar el bit PSA se asigna el WACHDOG TIMER al módulo TIMER. El pre-escalador no puede ser leído ni escrito. Cuando el pre-escalador es asignado el módulo TIMERO, el valor del pre-escalador (1:2, 1:4...,1:256) es seleccionado por SOFTWARE.

13.5. MEMORIA DE DATOS EEPROM

La memoria de datos EEPROM puede ser leída y escrita durante la operación normal (rango completo de VDD). Esta memoria no está mapeada directamente al espacio de los registros de archivo. Sin embargo esta es direccionada directamente a través de los registros de funciones espaciales (FSR). Existen cuatro (4) FSR utilizados para la escritura y lectura de la memoria. Estos registros son:

- ❖ EECON1
- ❖ EECON2
- ❖ EEDATA
- ❖ EEADR.

El registro EEDARA mantiene los 8 bits de datos para leer /escribir, y el registro EEADR mantiene el direccionamiento de la locación EEPROM que va a ser accesada. El PIC16C84 posee 64 bytes de memoria de datos EEPROM con un rango de direccionamiento desde 0H hasta 3FH.

La memoria de datos EEPROM permite bytes de lectura y escritura. Un byte de escritura borra automáticamente la locación y escribe el nuevo data (borra antes de escribir). Esta memoria está estimada para altos ciclos de lectura/escritura. El tiempo de escritura es controlado por un temporizador "On-Chip". Estos tiempos varían con el voltaje y temperatura como la transferencia de datos de "Chip" a "Chip".

Cuando el dispositivo posee el código de protección, el CPU debe seguir leyendo y escribiendo la memoria de datos EEPROM.

13.5.1. ESCRITURA A LA MEMORIA DE DATOS EEPROM

Para escribir en una locación de la memoria de datos EEPROM, el usuario debe escribir primero la dirección al registro EEADR y los datos al registro EEDATA. Luego se debe seguir una secuencia específica para iniciar la escritura para cada byte, la secuencia se muestra a continuación.

```
BSF      STATUS,          RP0 ; banco 1
BSF      INTCON,          GIE ; interrupción inactiva
BSF      EECON1, WREN ; activa escritura
MOVLW   55h
MOVWF   EECON2           ; escribe 55h
MOVLW   AAh
MOVWF   EECON2           ; escribe AAh
BSF      EECON1,          WR ; bit WR = 1
BSF      INTCON,          GIE ; interrupción activa.
```

La escritura no se iniciará si la secuencia anterior no es seguida exactamente por cada bit. Se recomienda altamente que las interrupciones sean desactivadas durante la codificación de este segmento.

Acondicionalmente, el bit WREN en el registro EECON1 debe ser puesto a "1" para habilitar la escritura. Este mecanismo previene la escritura

accidental de códigos de ejecución erróneos. El usuario debe mantener en "0" el bit WREN (no es realizado por hardware).

Después de la secuencia de escritura es iniciada, la puesta a 0 del bit WREN no afectará al ciclo de escritura cuando el ciclo es complementado, el bit WREN es puesto a 0 por el hardware y el bit bandera de intrucción para la escritura completa (EEIF) es puesto a "1" (este bit debe ser puesto a "0" por software).

13.6. CONFIGURACIÓN DEL OSCILADOR

13.6.1. TIPOS DE OSCILADOR

El PIC16C48 puede ser operado en cuatro modos diferentes de oscilación. El usuario puede programar dos bits de configuración (FOSC1 y FOSC0) para seleccionar uno de los siguientes modos:

- LP- Cristal de bajo poder
- XT- Cristal/Resonador
- HS- Cristal de alta velocidad /Resonador
- RC- Resistor/Capacitor

13.6.2. OSCILADOR DE CRISTAL/ RESONADOR CERÁMICO

En los modos XT, LP o HS se conecta a un cristal o un resonador en los pines OSC1/CLKIN y OSC2/CLKOUT con el fin de establecer la oscilación. El diseño interno del PIC16C84 requiere de la implantación de un cristal paralelo, ya que el uso de un cristal interno puede causar imprecisión en la generación de la señal.

13.6.3. CIRCUITO OSCILADOR EXTERNO DE CRISTAL

Se pueden utilizar osciladores preempacados u osciladores contruidos por compuertas TTL. Los osciladores preempacados proveen un rango de operación y estabilidad.

13.6.4 . OSCILADORES RC

Para aplicaciones no muy complejas, la utilización de un circuito RC reduce costos de producción. La frecuencia ésta en función de la fuente de voltage VDD, el resistor Rext, el capacitor Cext y la temperatura. La frecuencia viene expresada por:

$$f=1/(Rext.Cext)$$

13.7. INTERRUPCIONES

El PIC16C84 posee cuatro (4) fuentes de interrupción:

- Interrupción externa por el pin RB0/INT.
- Interrupción por rebosamiento del TMR0.
- Interrupciones de cambio en PORTB.
- Interrupción de escritura completa de la EEPROM.

El registro de control de las interrupciones (INTCON) almacena los requerimientos de interrupciones (INTCON<7>) almacena bs requerimientos de interrupciones individuales en los bits de bandera. También posee los bits para la habilitación de las interrupciones globales o individuales.

13.8. ALMACENAMIENTO DEL CONTEXTO DURANTE LAS INTERRUPCIONES

Durante una interrupción, solamente el retorno del valor del PC es guardado en el STACK. Típicamente, los usuarios desean guardar los valores de los registros durante una interrupción, esto ahora es posible implementando software para el PIC16C84.

13.9. WATCHDOG TIMER (WDT)

El WDT es un oscilador libre que se ejecuta internamente, el cual no requiere ningún componente externo. Este oscilador RC está separado del oscilador RC del pin OSC1/CLKIN, esto significa que el WDT no comenzará hasta que el oscilador RC de los pines OSC1/CLKIN y OSC2/CLKIN se haya detenido por completo.

Durante la operación normal el WDT genera un time-out que genera una condición de reset para el dispositivo. Si el dispositivo está en modalidad sleep, un WDT wake-up causará al despertar y así continuar con la operación normal.

El WDT puede ser desactivado permanentemente mediante la programación del bit de configuración WDT=0.

C. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Amplificador: Instrumento cuya señal de salida equivale a la señal de entrada incrementada que se alimenta de una fuente distinta. (Creus Sole. Instrumentación industrial. 1993.)

Bits: Unidad mínima de información utilizada por la computadora. (Grupo editorial Océano. El mundo de la computación.)

Conmutador: Dispositivo tecnológico capaz de pasar de un estado a otro totalmente distinto.

Error: Es la diferencia entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida. (Creus Sole. Instrumentación Industrial.1993)

Fiabilidad: Medida de probabilidad de un instrumento que continúe comportándose dentro de límites específicos de error a lo largo de un tiempo determinado y bajo condiciones especificadas. (Creus Sole. Instrumentación industrial. 1993)

Interfaz: Interconexión entre dos sistemas distintos, estableciendo comunicación entre ellos.

Precisión: Tolerancia de medida o de transmisión del instrumento que define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio. (Creus Sole. Instrumentación Industrial. 1993).

Presión: Es la tolerancia de medida o de transmisión del instrumento y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio. (Creus Sole. Instrumentación Industrial. 1993).

Transductor: Convierte cantidades no eléctricas en señales eléctricas. (Donald G. Fink. Manual de Ingeniería Electrónica. 1992).

D. SISTEMA DE VARIABLES

Sistema de monitoreo y control basado en la PC.

❖ Definición operacional

Es un sistema que visualiza y regula varias entradas analógicas y de frecuencia provenientes de diferentes sensores, muestreando en tiempo real el comportamiento de las entradas y mantenimiento del menor margen de error

entre la respuesta real del proceso y la respuesta deseada: todo ello, a través de una computadora personal capaz de transformar y procesar grandes cantidades de información de una manera preescrita.