

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

ESCUELA DE INGENIERIA

MINICOMPUTADORAS COMO
CONTROLADORES DE PROCESOS

TRABAJO FINAL QUE PRESENTA
CARLOS ANTONIO BARILLAS LARIN
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N. L.

JUNIO DE 1970

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

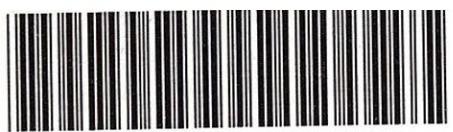
1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971

1970-1971



1080110931

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
ESCUELA DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA

MINICOMPUTADORAS COMO CONTROLADORES DE PROCESOS.

TRABAJO FINAL QUE PRESENTA
CARLOS ANTONIO BARILLAS LARIN
EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO ADMINISTRADOR

MONTERREY, N.L.

JUNIO DE 1970

**A MIS PADRES Y HERMANAS CON
CARIÑO Y AGRADECIMIENTO.**

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS.

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
QUE ES UNA MINICOMPUTADORA.....	1
PROGRAMA CENTRAL Y PERIFERIA.....	5
VELOCIDAD DE LAS MINICOMPUTADORAS.....	16
COMO ESCOGER UNA MINICOMPUTADORA.....	18
MANTENIMIENTO.....	19
EXPERIENCIAS.....	20
BIBLIOGRAFIA.....	28

QUE ES UNA MINICOMPUTADORA

Desde las últimas décadas hasta nuestros días las computadoras se han introducido en forma progresiva dentro del mercado. Esto se debe a la gran utilidad que le brindan a quien las usa para procesar datos con gran rapidez. Debido a esta rapidez estas máquinas se usan, entre otras aplicaciones, como controladores de sistemas diversos. Por ejemplo en la Industria, Ejércitos, Gobiernos, - Hospitales, etc.

Las computadoras se pueden clasificar dependiendo de su tamaño de la siguiente manera:

- a) Computadoras grandes
- b) Minicomputadoras.

Las computadoras grandes fueron las primeras en aparecer en el mercado. Estas, como es lógico pensar han ido mejorando sus sistemas hasta convertirse en máquinas de gran eficiencia.

Debido a su costo elevado, la adquisición de una de estas máquinas para el control de sistemas dentro de la Industria debe ser justificada con respecto a eficiencia y costos. Las minicomputadoras han surgido últimamente y están siendo aceptadas cada vez en un grado mayor por el mercado, debido al decrecimiento de los costos; aumentando así, la posibilidad de usarlas como controladoras individuales en los procesos.

Ciertamente se puede encontrar que algunos sistemas se desen-

vuelven mejor cuando sólo están parcialmente automatizados durante su tiempo de ejecución, debido a las diferentes dificultades técnicas que se presentan. Las minicomputadoras permiten operar un sistema económico en cualquier grado deseado de automatización.

Sus aplicaciones potenciales como controladores no será completamente evidente hasta que ellas se consideren como parte del sistema y sean aplicadas con un gran grado de flexibilidad y habilidad.

Por supuesto, una aplicación puede dictar claramente el uso de una computadora grande debido a experiencias anteriores o por la disponibilidad de una máquina en particular que se espera que maneje el trabajo eficientemente. De cualquier manera, las minicomputadoras ofrecen un punto de comienzo práctico.

Cuando se va a diseñar un sistema de control automático existen dos puntos de vista con respecto a la forma en que se van a adquirir datos de los puntos de control.

En el primero el diseñador puede establecer una adquisición abundante de datos del proceso para luego ir analizándolos e ir descartando los que no son útiles y así, mediante la información resultante poder determinar la relación entre los parámetros y los puntos de control. Esta forma generalmente requiere el uso de una computadora grande.

La segunda alternativa consiste en adquirir del proceso la información precisa que se va a necesitar. Esta es una de las ventan-

jas de las minicomputadoras debido al "preprocesamiento de los datos antes de almacenarlos". Por ejemplo, si un proceso tiende a emitir datos significativos en forma de pulsos separados por intervalos durante los cuales nada sin importancia sucede; una minicomputadora puede aplicar el criterio de selección de los datos principales antes de introducirlos a la memoria.

Las computadoras están integradas por dos sistema intimamente relacionadas para cumplir sus objetivos. El primer sistema consiste en lo que se pudiera llamar el programa central o software. El segundo es la periferia o hardware.

Las minicomputadoras básicamente están formadas de la siguiente manera:

- a) Un procesador básico de datos. Estos datos son en forma de palabras de 8,9,10,12,16 o 18 dígitos (cero o unos).
- b) Memorias 4 K o sea que puede que almacenar hasta 4000 dígitos.
- c) Tiempo de ciclo de memoria entre 750 macrosegundos y 8 microsegundos.
- d) Máquina de escribir (para dar instrucciones) e impresor.
- e) El precio varía de \$6000 a \$25000.

Estos sistemas que integran a las minicomputadoras son expansibles hasta un grado pasmoso de tal forma que las máquinas pueden --

ser ajustadas por sus productores de acuerdo con los requerimientos de control de cada caso es especial. Para la mayoría de las máquinas aumentos en la periferia tales como divisor-multiplicador automático, aritmética de punto flotante, canales de entrada - salida de datos de alta velocidad, memorias hasta 32K a 64K, unidades de discos que pueden ampliar las capacidades de almacenaje hasta cerca un millón de palabras, interruptores, etc; están disponibles a costos extras llegando a veces ser mayores que el sistema - central básico. En las máquinas más grandes estos aparatos pueden estar incluídos en los precios básicos.

Las compañías productoras de minis ofrecen al mercado además de sus máquinas, interfases estandares y equipos de medición y control. Estas interfases son las que traducen, por así decirlo, las señales de control que vienen del proceso al lenguaje de palabras de dígitos con que trabaja la máquina y viceversa; o sea cuando la minicomputadora manda una señal de control al proceso. La interfase no debe de ser despreciada y debe de ser considerada cuando se hace el estudio del equipo especial que debe de tener un sistema - de control.

PROGRAMA CENTRAL Y PERIFERIA

El programa central está constituido básicamente por un conjunto de instrucciones codificadas creadas por el usuario o por el mismo vendedor de las máquinas con el fin de dirigir las operaciones de la periferia en una forma ordenada. A estas instrucciones se le conoce con el nombre de programa.

El programa puede ser en lenguaje aritmético (ej.: Fortran) - y/o lenguaje simbólico; por lo que hay necesidad de que el programa central tenga un compilador y/o un ensamblador. El compilador es la parte del programa central que traduce el programa en lenguaje aritmético al lenguaje de la máquina (lenguaje básico); mientras que el ensamblador traduce el lenguaje simbólico al lenguaje básico.

Una instrucción en lenguaje aritmético puede convertirse en seis o más instrucciones en lenguaje básico; mientras que si es en simbólico solamente se convierte en una. Esto significa menor trabajo de programación para el ingeniero que hace el programa en lenguaje aritmético.

El lenguaje básico o lenguaje de la máquina es en forma binaria o sea que la base es dos ($B = 2$). El lenguaje binario hace uso de B caracteres diferentes que van desde el 0 hasta el $B-1$. Por lo tanto los caracteres del lenguaje binario son 0 y 1.

2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}	2^{-5}
16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	0.03125

La tabla anterior nos sirve de base para representar cualquier número en forma binaria. Esto se hace dividiendo el número entre dos sucesivamente y el residuo que únicamente puede ser 0 y 1 pasa a formar parte del número en lenguaje binario. Por ej.:

R = Residuo
 S = Número en forma binaria
 No. = $30.6 = 30 + 0.6$
 $30/2 = 15, R = 0, S = 0$
 $15/2 = 7, R = 1, S = 10$
 $7/2 = 3, R = 1, S = 110$
 $3/2 = 1, R = 1, S = 1110$
 $1/2 = 0, R = 1, S = 1110$

La parte decimal en lugar de dividirla entre dos se multiplica por dos, así:

$0.6 \times 2 = 1.2, S = 11110.1$
 $0.2 \times 2 = 0.4, S = 11110.10$
 $0.4 \times 2 = 0.8, S = 11110.100$
 $0.8 \times 2 = 1.6, S = 11110.1001$
 $0.6 \times 2 = 1.2, S = 11110.10011$

Volviendo a la tabla anterior:

16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	0.03125
1	1	1	1	0	1	0	0	1	1

16.00000

8.00000

4.00000

2.00000

0.50000

0.06250

0.03125

30.59375

Se puede apreciar que entre más dígitos tenga el lenguaje básico que se está utilizando nos aproximamos más a las cantidades que se están representando.

Para fines de control los primeros dígitos de cada palabra representan el sistema que se está controlando por ej. la palabra --101,1111010011 puede representar que la temperatura del agua en el tanque 1 es de 30.6°F. mientras que la palabra 010,1111010011 nos --puede representar que la presión en el tanque 4 es de 30.6 atmósferas.

Las instrucciones o señales de referencia que vienen del programa central y del proceso que se está controlando, al estar ya --en lenguaje básico pasan a almacenarse a la memoria en una forma ordenada; de tal forma que cuando el mismo programa indique que quiere comparar una señal determinada del proceso con una de referencia la puede encontrar fácilmente.

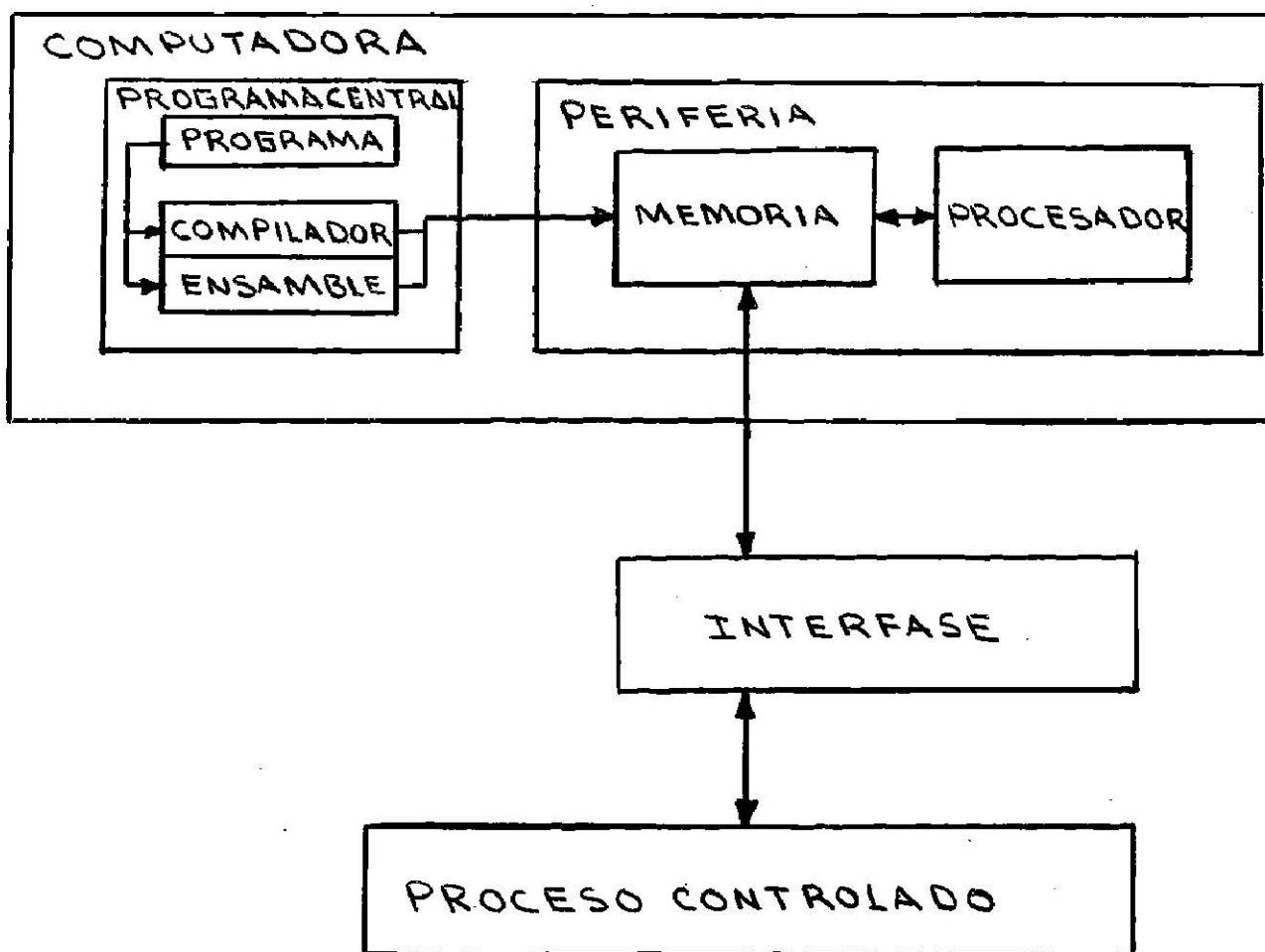
En cada ciclo de memoria la computadora compara todas las señas

les del proceso que se está controlando con los datos de referencia, permitiéndole esto a la máquina estar enterada, por así decirlo, en todo momento de como está funcionando el mismo.

Después de cada comparación la máquina está en posibilidad de emitir su juicio de control; ya que en el mismo programa está indicado lo que tiene que hacer de acuerdo con el resultado de la comparación. Por ej.; si se está controlando la temperatura de una caldera la cual debe de estar a $750 \pm 5^{\circ}\text{F}$. (este dato está en el programa central como referencia) y en un momento determinado la señal que llega a la memoria de la máquina indica que esa temperatura es de 740°F ., la máquina después de compararla con la referencia y darse cuenta que está fuera del rango aceptable, manda una señal de control para que se encienda el quemador de la caldera durante un tiempo determinado, para que la temperatura vuelva a caer dentro del rango que se quiera. Esta instrucción de encender el quemador está en el programa del programa central.

Esquematicamente un proceso controlado por una computadora se puede representar de la siguiente manera:

FIGURA I

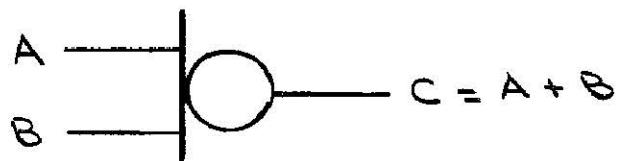


Las flechas en el diagrama anterior nos indican el sentido de los flujos de información dentro de la máquina.

La interfase viene a ser lo que es el compilador y ensamblador en el programa central ya que como se dijo anteriormente su función es traducir las señales que vienen del proceso que se está controlando al lenguaje de la máquina y viceversa. De la misma manera que el programa central y la periferia; la interfase está integrada por redes de circuitos lógicos y base de OR, NOR, AND, - - NAND, NOT, FLIP-FLOP y RETARDADORES. A todos estos elementos se les conoce con el nombre de bloques lógicos.

Bloque lógico OR

Su símbolo es el siguiente:

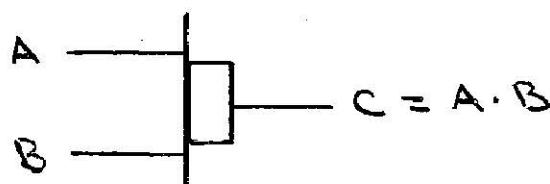


Para que exista la señal C se necesita que esté la señal A o B o ambas.

Tabla de la verdad

A	B	C
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Bloque lógico AND

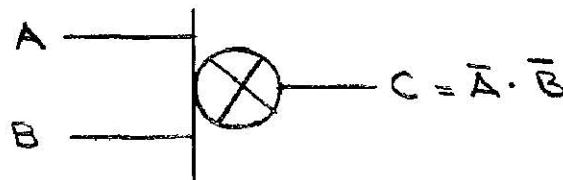


Para que exista la señal C se necesita que esté la A y la B.

Tabla de la verdad

A	B	C
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

Bloque lógico NOR

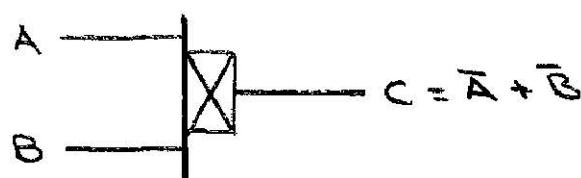


Para que exista la señal C se necesita que no esté la A ni la B.

Tabla de la verdad

A	B	C
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

Bloque lógico NAND

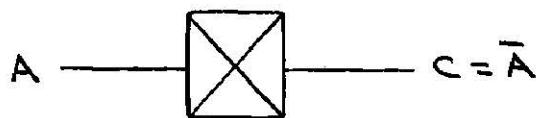


Para que exista la señal C se necesita que no esté la A o no esté la B o no estén ambas.

Tabla de la verdad

A	B	C
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

Bloque lógico NOT

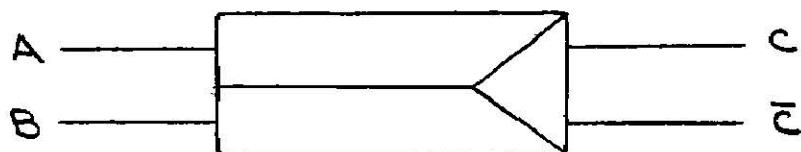


Para que exista la señal C se necesita que no esté la A y viceversa. Su finalidad consiste en invertir una señal.

Tabla de la verdad

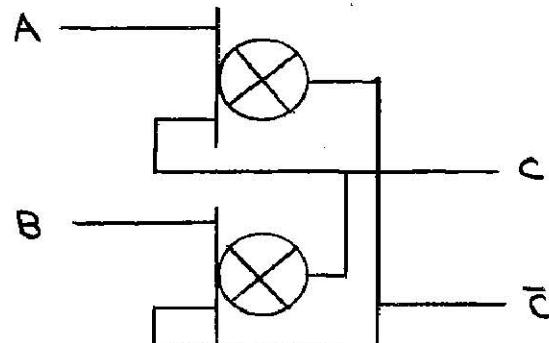
A	C
1	0
0	1

FLIP-FLOP

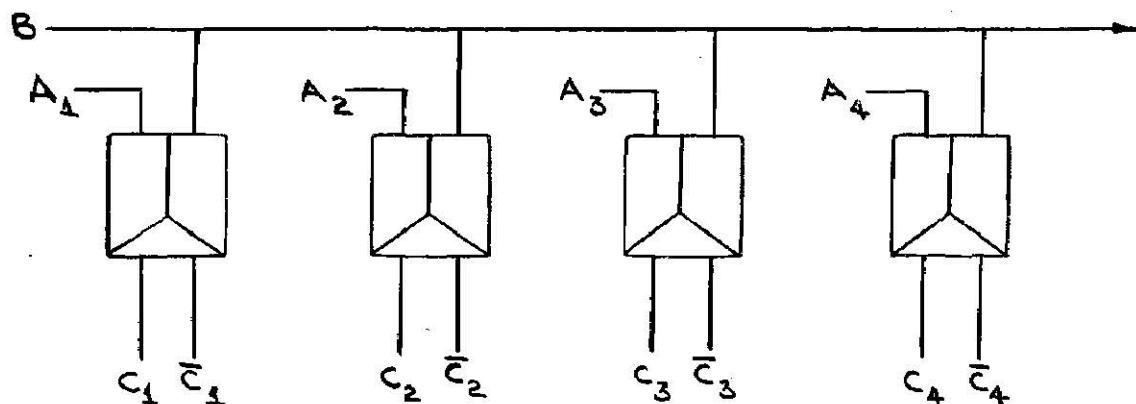


Si en un momento determinado llega una señal A (pulso) aparece otra señal en C manteniéndose indefinidamente y desaparece en \bar{C} . Si después llega otro pulso B, desaparece la señal en C y aparece en \bar{C} manteniéndose indefinidamente.

Este elemento lógico se construye generalmente a base de NORs, así:



Su función es de gran importancia en el funcionamiento de las computadoras sobre todo en la memoria de la periferia. El número de FLIP-FLOP en la memoria depende del lenguaje con que esté trabajando la computadora, si la computadora trabaja con lenguaje de palabras de 16 dígitos, cada registro de alguna información requiere - por lo menos 16 FLIP-FLOP para almaneñarse en la memoria.



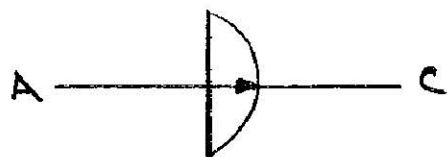
Cada palabra se almacena en la memoria de la siguiente manera:
 Si por ej. $C_1 = 1$, $C_2 = 0$, $C_3 = 1$, $C_4 = 1$, etc. La palabra almacenada es 1011.....

Cada registro de palabras es borrado de la memoria cuando

ya no es necesario que esté esa información ahí y así darle cabida a otras palabras. Esta operación de limpieza de la memoria es usada en todas las computadoras y se hace mandando un pulso B ($B=1$) - para que todas las C_1 sean iguales a 0 y las \bar{C}_1 iguales a 1.

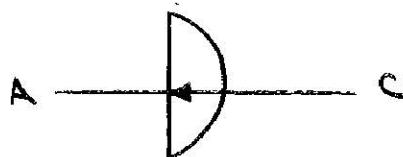
Retardadores

a)



Después de un tiempo de haber aparecido la señal A aparece - la señal C.

b)



Después de un tiempo de haber desaparecido la señal A, desaparece la señal C.

Estos bloques o elementos lógicos se pueden crear a base de - sistemas eléctricos (reelevadores), electrónicos (diodos y triodos), neumáticos y fluídicos. En las computadoras se ocupa generalmente el sistema eletrónico.

En base a lo anterior la estructura del control de una computadora se puede representar de la siguiente manera:

FIGURA II

Estructura	Naturaleza Física	Función que desempeña la computadora
Lógica	Bloques hechos con transistores (triodos) diodos y otros elementos.	Toma decisiones que le han indicado el programador -- o el mismo vendedor en el programa.
Memoria	Arreglos de Flip-Flop, OR, AND, NOT, Etc.	Almacena datos de referencia y las instrucciones para procesar esos datos y otros datos por el proceso
Tiempo	Circuitos de retardadores y osciladores de precisión (relojes).	Sincroniza las secuencias de las operaciones tal como están indicadas en el programa para que se hagan en el orden debido.

VELOCIDAD DE LAS MINICOMPUTADORAS

Una de las frecuentes preguntas que se hacen sobre las minicomputadoras es ¿Qué tan rápida es?. La respuesta no es justamente -- una función del tiempo de ciclo de la memoria que el fabricante establece ya que algunos paquetes de instrucciones son más "eficientes" que otros. O sea que hay instrucciones que requieren un ciclo de memoria, mientras que otras requieren dos o más ciclos.

Existen dos ideologías en cuanto a la velocidad. La primera - dice que no se necesita de altas velocidades cuando se está trabajando con procesos donde los eventos ocurren a intervalos de tiempo no ínfimos. De donde, las computadoras más lentas pueden trabajar más rápido que el proceso y por lo tanto no es necesario de altas - velocidades de operación. La otra dice que las computadoras más -- lentas están limitadas a aplicaciones de baja velocidad y que las - más rápidas pueden hacer mucho más trabajo que las lentas. Para -- algún demandante potencial las controversias se dirigen a saber que es lo que él quiere de una máquina y cuanto está dispuesto a pagar por ella.

Las instrucciones más frecuentemente usadas son afortunadamente universales. Por ejemplo, una simple instrucción de registros - de alguna operación (buscar y traer la información) requiere sólo - un ciclo de memoria, mientras que la ejecución de esta instrucción usualmente requiere un poco más de tiempo que un ciclo de memoria. El darle y almacenar clasificadas las instrucciones requiere dos ciclos de memoria (uno para buscar y traer instrucciones y otro para

los datos de referencia).

Otro tipo de instrucciones relacionados con la operación como por ejemplo los de entrada - salida o interrupciones, pueden necesitar tres o más ciclos de memorias. La aritmética de punto flotante es más lenta que la de punto fijo; por lo que las sumas, restas y multiplicaciones de números de punto flotante requieren entre 425 y 450 microsegundos y las divisiones necesitan 635 microsegundos.

Las subroutines de interfase requieren cerca de 215 y 260 microsegundos; dependiendo si es información que va a la computadora o viene de la computadora al proceso, respectivamente.

COMO ESCOGER UNA MINICOMPUTADORA

Procesos industriales que necesitan mucha mano de obra para -- mantenerse en condiciones de operación forman el mercado potencial de las computadoras dentro del marco de la industria. Ante esta situación se presentan dos alternativas; en primer lugar la de continuar operando la planta con el personal establecido y en segundo la de automatizarla ya sea por medio de controladores individuales, -- minicomputadoras o computadoras grandes. La mejor alternativa se escoge haciendo una valuación económica de todas las posibilidades; tomando en cuenta por supuesto factores intangibles como problemas de personal, requerimiento técnico, etc.

Una vez que se ha decidido que una minicomputadora es útil para un sistema de control se presenta la pregunta. ¿Cómo escoger la mejor?. Cada modelo tiene características únicas que lo hacen destacarse en algunas aplicaciones. El trabajo del que va a tomar la decisión es encontrar la mejor combinación entre los requisitos del proceso y las capacidades de cada máquina; dentro de las restricciones presupuestarias. El paso principal es analizar la importancia respectiva de sus sistemas de control como la adquisición de datos, controles de referencia, cálculos, velocidad, alarma, etc. Entonces por ejemplo, si se sabe que el sistema que se va a controlar tiene que reaccionar rápidamente a las condiciones de alarma para prevenir una explosión, se puede estrechar el campo de acción a aquéllas minicomputadoras de alta velocidad. Otro de los requisitos de mucha importancia es el de "lectura e impresión".

MANTENIMIENTO

El mantenimiento es generalmente más fácil de ejecutar en una minicomputadora que en una computadora grande debido a que el equipo con que se trabaja es menos pesado.

Los productores de las minis aseguran que el tiempo medio requerido para la reparación de sus máquinas, por personal de poca experiencia, es menos de cinco minutos. Es conveniente hacer notas que "reparar" quiere decir cambiar circuitos impresos que están funcionando mal. Las reparaciones de las partes delicadas tiene que ser hecha por personal especializado o por los mismos productores.

El mantenimiento de los analizadores en los puntos de control como por ej. medidores de presión, temperatura, flujo, etc. debe de llevarse a cabo eficientemente para evitar que estos le den datos equivocados a la máquina.

Las computadoras grandes que están controlando un proceso determinado, muchas veces el programa para su propio mantenimiento es optimizado por ellas mismas y a la vez autocontrolado ya que al ir transcurriendo el tiempo de operación de la máquina, ella misma indica que circuitos necesitan ser reemplazados por otros.

EXPERIENCIAS

El mejoramiento en la uniformidad del papel y una ganancia mayor del 10% son dos de los resultados obtenidos al haber aplicado una computadora como controladora de un grupo de máquinas en la fabricación del papel. El proyecto fue trabajado por ingenieros que siempre tuvieron como objetivo el mejoramiento de la calidad del producto. Aquí está la historia de los problemas y soluciones que afrontaron hasta llegar a establecer el sistema de control por medio de una computadora.

Una superficie lisa con cierta tolerancia en peso aceptable -- y un control del contenido de humedad son esenciales en el papel de bido a requerimientos técnicos y requisitos que establece el mercado.

La RIEGEL PAPER CORPORATION reconoció sus problemas y procedió a darles solución. En 1964 cuando RIEGEL decidió investigar la -- aplicación del control por medio de una computadora en sus máquinas fabricadoras de papel, en los Estados Unidos no habían instalaciones semejantes en cuya experiencia esta compañía pudiese apoyar.

Después de alguna experimentación RIEGEL instaló una IBM 1800 en 1966 la cual controlaría dos de sus 5 máquinas para producir papel pensando siempre en automatizar a todas. La experimentación se orientó en primer lugar a la formación de un equipo de proyecto consistente de un director, ingeniero de procesos, programador, y dos técnicos. Estos dos últimos miembros del equipo no tenían experience

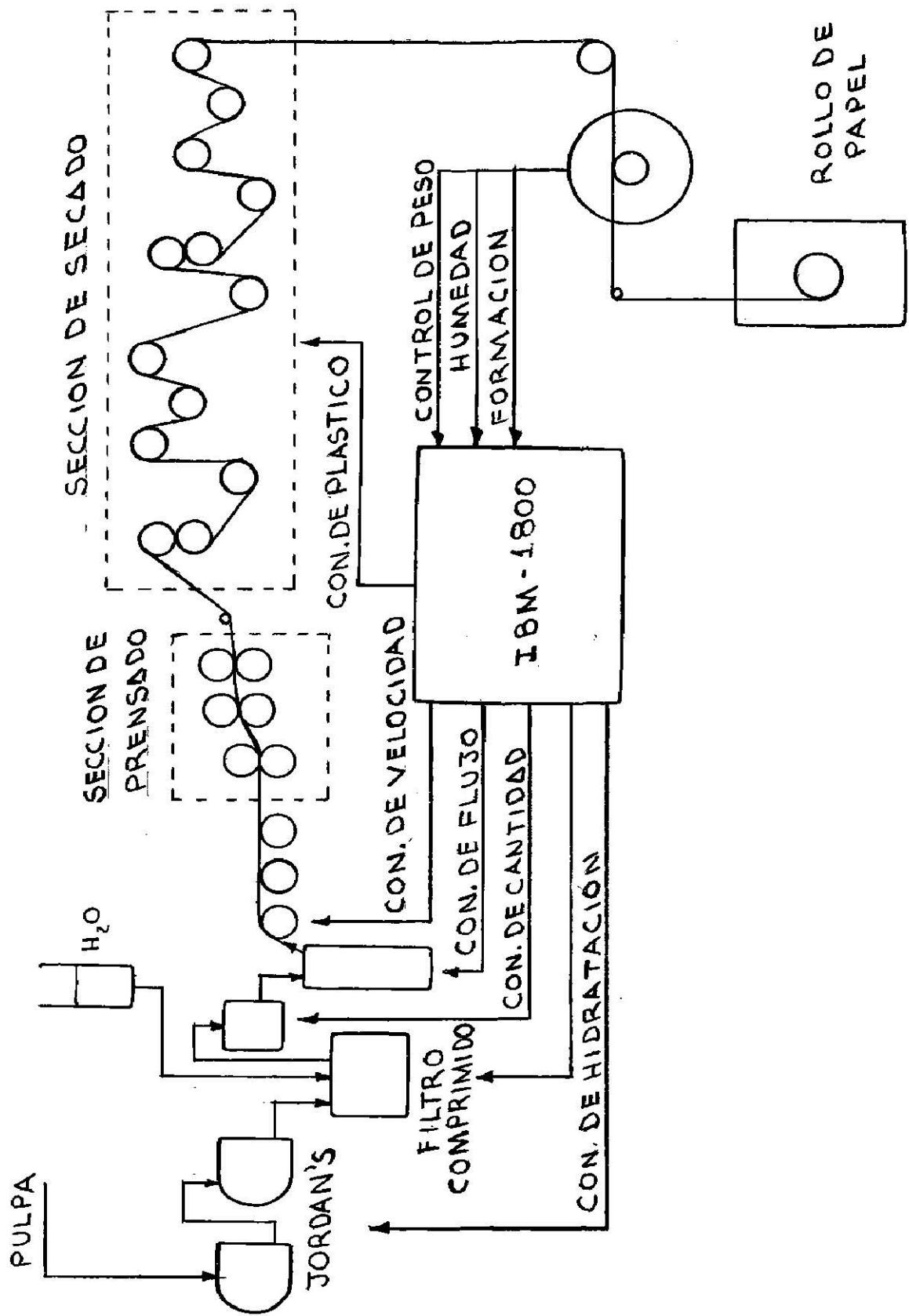
cia en programación, pero sí buenos conocimientos en ingeniería y en técnicas de producción usadas en la industria del papel. La combinación probó ser altamente efectiva puesto que los expertos en hacer papel aprendieron suficiente sobre programación para escoger adecuadamente los procesos a utilizarce para la producción de las 5 diferentes clases de papeles. Las máquinas fueron equipadas con instrumentación y sistemas analógicos de control.

Los programas para el control fueron creados casi completamente por el equipo de proyectos y consistentes de más de 60 programas individuales.

Una máquina moderna fabricadora de papel requiere que se le alimente una mezcla de aproximadamente 99.5% de agua y 0.5% de fibras de madera para producir rollos continuos de papel que contienen menos del 5% en agua. La pulpa de madera es primeramente refinada en una serie de máquinas llamadas JORDANS cuya función principal es hidratar las fibras. La hidratación afecta algunas de las propiedades importantes de los papeles como por ejemplo: la porosidad, la resistencia a la presión y secado, propiedades mecánicas del papel final, etc. La pulpa refinada es introducida en un recipiente con finas redes de alambres donde la filtración y compresión se lleva a cabo con el fin de que las fibras se entrelacen. Gran parte del agua es desalojada por succión.

Las hojas resultantes pasan a través de un juego de cilindros que absorben aún más en agua para luego pasar a los rodillos

DIAGRAMA DE LA PLANTA PRODUCTORA DE PAPEL



calientes y así completar el proceso de secado. La función de estos rodillos es formar la hoja del papel y darle el espesor que se desea.

El producto terminado sale a velocidades superiores de 20 millas por hora y su ancho es hasta de 10 pies. A la salida el producto es tratado por un rayo Beta que "mide" el peso del papel, -- la humedad, y a la vez comprueba su formación.

La calidad de la superficie es comprobada por el controlador de forma usando un fotomultiplicador para "leer" una área iluminada de papel. El resultado del fotomultiplicador es examinado por un analizador de frecuencia.

De lo anterior se deduce que el control de la máquina productora de papel por medio de una computadora es en base a 3 medidas: Peso, humedad y formación.

Antes de ponerle atención a los lazos de control en la línea de producción, la computadora fué usada para la obtención de datos necesarios con el fin de poder establecer un sistema estable. Estos datos fueron referentes a perturbaciones creadas en las líneas con el fin de observar los resultados en el producto terminado. La optimización de la producción se alcanzó usando Operación Evolutiva, fijando así, las condiciones de operación futuras.

Esta experimentación le dió a el ingeniero una idea analítica del proceso, indispensable para el desarrollo lógico de la estrate-

gia de control.

La velocidad del equipo total se mantiene constante por medio de la computadora en base a la velocidad de la sección primaria de secado. El peso del papel es usado para controlar el flujo de pulpa y agua, dentro del recipiente donde se entrelazan las fibras, - que alimentan a la línea de cilindros y rodillos. El control de - humedad afecta a la sección de secado.

Estos controles como se ve retroalimentan el proceso en todo momento por medio de la computadora para poderlo mantener en sus - condiciones óptimas de operación. Además existen otros circuitos de control para controlar la cantidad de plástico añadido entre -- los secadores con el fin de mejorar las cualidades físicas del - - papel.

La mayoría de la instrumentación e implementos de control ne- cesarios para el acoplamiento de los instrumentos de control y la IBM 1800 (Ejemplo: Interfase) fueron suministrado por la FISCHER - AND PORTER COMPANY. El mantenimiento de la computadora no ha pre- sentado ningún problema y es llevado a cabo bajo la responsabili- dad de la compañía IBM. Otros equipos como la interfase es mante- nido por operarios de la misma RIEGEL.

Corrientemente los instrumentos para la medida del peso, humedad y formación son calibrados una vez por semana. Si dentro de - un período determinado de tiempo se quiere mejorar la calidad, es-

ta calibración se hace diariamente.

Como se puede observar, el director del equipo primero planeó un período de "experimentación". El estableció con la colaboración de su equipo los tiempos de prueba. Al principio estos períodos fueron relativamente cortos y escrupulosamente observados. Ningún problema serio de calidad surgió dentro de las pruebas iniciales y pronto el equipo de proyecto se encontró completamente aceptado por el personal de producción. El equipo comenzó a correr -- las máquinas controladas por la computadora durante 4 horas seguidas al mismo tiempo y la necesidad de separar cada sistema de los demás desapareció.

El problema de informarle a la computadora la velocidad con que fluye el papel fué resuelto mediante el simple procedimiento de marcar los rodillos móviles con gotas de solución fluorescente y recogiendo la señal a una distancia preestablecida por medio de un detector ultravioleta.

Sólo el 10% del programa del control fué hecho por la IBM; -- los programadores de RIEGEL escribieron el 70% y los ingenieros el 20%. Todos los programas de una línea de producción fueron hechos en FORTRAN. El total del tiempo utilizado por el personal de -- RIEGEL para programar el sistema de control fué cerca de 12 hombres-mes y se es estimado que las mejoras y correcciones requeridas en el programa utilizan 2 hombres-mes por año.

El sistema de control en una de las máquinas para producir papel es considerado actualmente completo y ha sido manejado por la dirección de producción.

El equipo de proyecto está trabajando actualmente para poner una tercera máquina bajo control.

Eventualmente todas las 5 máquinas de RIEGEL serán controladas por la computadora haciendo uso del tiempo compartido.

Puesto que la implantación de un sistema de control con una computadora mediante una compartición de tiempo es compleja, se ha pensado en pequeñas controladoras de procesos (minicomputadoras) - con suficiente capacidad para controlar cada máquina productora - de papel individualmente.

Así como en el campo de la producción de papel mencionado anteriormente, existen otros muchos donde las computadoras grandes o las minicomputadoras podrían prestar sus servicios con el fin de - mejorar los sistemas ya establecidos o por establecerse.

BIBLIOGRAFIA

BAIRSTOW J. N. Five paper machines under computer control (User -- experiences in computer control), Control Engineering special report, January, 1969.

COPELAND J. R., S. P. Jackson - Minicomputers ofr the control system, Control Engineering, August, 1969.

HARRISON T.J. Hardware, Control Engineering, November, 1967.

WILLIAMS T. J., S. J. Bailey Software, Control Engineering, Octo--ber, 1967.

