



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE  
/ MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA CUATRO  
MAQUINAS SOLDADORAS ULTRASONICAS

T E S I S  
Que para obtener el Título de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
p r e s e n t a n

DEMETRIO MACIAS GUZMAN  
NORMA ENEIDA MORALES MARTINEZ  
RICARDO SUAREZ LOPEZ

Director de Tesis: Ing. Ernesto Suárez Sport

México, D. F.

1993



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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.

## **TABLA DE CONTENIDO**

---

---

	<b>PAG.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	<b>ix</b>
<b>I.- ANTECEDENTES</b>	<b>1</b>
<b>1.1 ENTORNO</b>	<b>2</b>
<b>1.1.1 COMERCIO Y TLC</b>	<b>2</b>
<b>1.1.2 CALIDAD</b>	<b>3</b>
<b>1.1.3 LA METODOLOGIA DEL INGENIERO</b>	<b>11</b>
<b>1.2 PROBLEMATICA DE LA FABRICA EN ESTUDIO</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2 DEFINICION DEL PROBLEMA</b>	<b>17</b>
<b>II.- ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION</b>	<b>19</b>
<b>2.1 ANALISIS Y DEFINICION FORMAL DEL PROBLEMA</b>	<b>20</b>
<b>2.2 BUSQUEDA Y SELECCION DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION DEL PROBLEMA</b>	<b>24</b>
<b>III.- DISEÑO ELECTRONICO Y DESARROLLO DE SOFTWARE</b>	<b>37</b>
<b>3.1 DISEÑO DEL CIRCUITO DE ADQUISICION DE DATOS</b>	<b>38</b>
<b>3.2 DISEÑO DEL CIRCUITO DE DESPLIEGUE DE INFORMACION CON INHIBIDOR</b>	<b>41</b>

## **TABLA DE CONTENIDO**

---

	<b>PAG.</b>
<b>3.3 DISEÑO DE LA INTERFACE</b>	<b>43</b>
<b>3.4 DESARROLLO DE SOFTWARE</b>	<b>47</b>
<b>3.4.1 SUBROUTINA PARA DIAGNOSTICOS</b>	<b>48</b>
<b>3.4.2 SUBROUTINA PARA EL MONITOREO DE LAS MAQUINAS</b>	<b>54</b>
<b>3.4.3 SUBROUTINA PARA TRANSPORTAR INFORMACION A BASES DE DATOS Y HOJAS DE CALCULO</b>	<b>58</b>
<b>IV.- EVALUACION DE RESULTADOS</b>	<b>60</b>
<b>4.1 EVALUACION CON BASE EN LOS CRITERIOS DE DISEÑO ESTABLECIDOS</b>	<b>61</b>
<b>4.2 EVALUACION DEL FUNCIONAMIENTO POR MEDIO DE SIMULACION</b>	<b>66</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>68</b>
<b>APENDICES</b>	<b>69</b>
<b>APENDICE A. HOJAS DE ESPECIFICACIONES</b>	<b>70</b>
<b>APENDICE B. CALCULOS</b>	<b>89</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>100</b>

## Introducción

Este tema de tesis fue el seleccionado, por que permite aplicar los conocimientos de la Ingeniería en general y de la Electrónica en particular a la solución de un problema real de actual importancia.

El objetivo principal es utilizar la metodología que propone la Ingeniería para la resolución de un problema específico, en este caso, el diseño de un sistema de monitoreo orientado hacia la adquisición de datos para llevar a cabo estadísticas que permitan a la empresa en estudio satisfacer los requerimientos de sus clientes. Con las estadísticas realizadas se podrán obtener gráficas que muestren el comportamiento de las máquinas durante una o varias jornadas de trabajo.

En el primer capítulo, se presenta el momento histórico por el cual atraviesa el país y las implicaciones que ésto trae consigo.

De manera breve, se dan las definiciones de Calidad, algunos parámetros que la conforman, Control de Calidad y una introducción a un tema que actualmente está cobrando auge debido a su gran aceptación a nivel mundial, que es La Gestión de Calidad.

También en el primer capítulo se presenta cual es la metodología que un Ingeniero suele seguir para la resolución de un problema, pues es el método que se aplicará.

Posteriormente se describe la situación de la fábrica en estudio, para así formular, con base en el método de Ingeniería, en forma general el problema que ocupa la atención de este trabajo.

En el segundo capítulo, se analiza el problema a resolver, se establecen los criterios de diseño a seguir y la importancia relativa de éstos; se define formalmente el problema, y posteriormente se procede a proponer alternativas de solución, cabe señalar que las fases de búsqueda y decisión se llevan a cabo como si fueran una sola, debido a que en este caso particular es un proceso directo.

Una vez que se ha seleccionado una alternativa de solución que satisface las necesidades del cliente, se procede, en el tercer capítulo, a realizar el diseño electrónico de cada uno de los módulos que conforman al sistema, así como de la programación que servirá para llevar a cabo el monitoreo. Uno de los programas brinda la facilidad al usuario, de transportar los datos obtenidos a hojas de cálculo o bien bases de datos. Para que de manera gráfica y estadística se analice el comportamiento de las máquinas, utilizando paquetes de fácil adquisición existentes en el mercado, dichos paquetes pueden ser: clipper, dbase IV, lotus 123, quattro, etc.

En el cuarto capítulo se llevan a cabo dos evaluaciones del proyecto, la primera es con base en los criterios de Ingeniería establecidos en el segundo capítulo y posteriormente una evaluación del funcionamiento del sistema mediante simulación.

# **CAPITULO I**

## **ANTECEDENTES**

## 1.1 Entorno

Los siguientes párrafos tienen como finalidad establecer los antecedentes necesarios para poder abordar el problema a resolver. Dichos antecedentes abarcan, las tendencias que las políticas comerciales internacionales están siguiendo, es decir la apertura de mercados mediante la consertación de tratados comerciales, en este caso específico, es el tratado de libre comercio (TLC) entre México, Canadá y Estados Unidos sobre el que se hace referencia; las nuevas tendencias en cuanto al enfoque de Calidad y Control de Calidad se refiere, por último se menciona la metodología que propone la ingeniería para la solución de un problema.

### 1.1.1 Comercio y TLC

La actividad comercial siempre ha ocupado un lugar preponderante de entre todas las actividades de la humanidad.

Conforme ha pasado el tiempo, el factor Calidad ha jugado un papel cada vez más importante para poder tener una mejor posición no sólo en el mercado local, sino en el mercado mundial, ya que las distancias no representan más un obstáculo para el comercio internacional.

El único obstáculo existente para dicho comercio internacional, es el proteccionismo a través de impuestos o aranceles que los gobiernos imponen a productos extranjeros con el objeto de proteger la planta industrial local.

Ultimamente la tendencia a eliminar las barreras proteccionistas está tomando fuerza, por medio de tratados comerciales entre algunos países.

Al eliminar dichas barreras, las empresas de los diferentes países entran a una competencia directa en igualdad de condiciones, donde los principales factores decisivos son los de Calidad y precio.

Uno de tales acuerdos es el Tratado de Libre Comercio concertado entre EU, Canadá y México el cual obliga a las empresas mexicanas, no sólo a modernizar su aparato productivo sino también a reestructurar sus normas de fabricación para poder elevar la Calidad de sus productos y por ende, lograr una mayor competitividad en el mercado internacional.

Es evidente que además de mejorar la Calidad de los productos y servicios, hace falta, entre muchas otras cosas, lograr precios competitivos, crear en las empresas una mística de trabajo para que ejecutivos, encargados directamente de la producción así como trabajadores tengan un mayor apego al trabajo, y como estos factores, muchos otros que se encuentran fuera del alcance de esta Tesis.

Tomando en cuenta que los problemas relacionados con la Calidad en una empresa específica fueron los que dieron origen al tema de la presente tesis. Cabe mencionar que el tema de Calidad en sí es importante en el entorno tratado y aunque no es el objetivo primordial de este trabajo, a continuación se presenta una breve descripción de los conceptos involucrados con ésta, que junto con la problemática de la empresa en cuestión, originaron la necesidad inicial.

### 1.1.2 Calidad

#### *Definición de Calidad*

Existen distintas definiciones del término "Calidad". Una de ellas dice que ésta es "el conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades establecidas o implícitas, se dice que un producto es de calidad cuando satisface las necesidades y expectativas del usuario."<sup>1</sup>

Peter F. Drucker define la calidad como: "Lo que el cliente está dispuesto a pagar, en función de lo que obtiene y valora."<sup>2</sup>

De todos los conceptos de calidad, el de más alcance es "La idoneidad o aptitud para el uso"<sup>3</sup>. Este concepto, popularmente llamado "Calidad" es universal y aplicable a todos los bienes y servicios.

La idoneidad o aptitud para el uso se determina por aquellas características del producto que el usuario puede reconocer como beneficiosos para él y que satisfaga sus necesidades generales o exigencias en precio, plazo de entrega, etc.

La idoneidad o aptitud para el uso se juzga según la ve el usuario, no vista por el fabricante, comerciante o reparador.

Dada la diferencia entre las definiciones descritas, se deben aclarar algunos aspectos que, con frecuencia, producen confusión. Así, se dice que la calidad no es, necesariamente, lujo, complicación, tamaño, etc. Es necesario efectuar una segmentación del mercado y definir los parámetros correspondientes para cada segmento, en función de lo que éste considere como "aptitud para el uso". Los parámetros de calidad cambian del fabricante al cliente e incluso entre los propios clientes. Mientras el cliente entiende la calidad como la aptitud para el uso, el fabricante suele entenderla como un cumplimiento con las especificaciones de diseño. Surge así la "calidad en el diseño".

---

1 Véase: Juran J. M., *Manual de Control de Calidad*, p.6

2 Véase: Pola Maseda A., *Aplicación de la Estadística al Control de Calidad*, p.3

3 Véase: Juran J. M., *Op. cit.*, p.6

## ANTECEDENTES

Las bases sobre las cuales se construye la aptitud para el uso son las características de la calidad. Cualquier propiedad, atributo, etc., de los productos, materiales o procesos que se necesitan para lograr la aptitud para el uso es una característica de calidad. Las características de calidad pueden ser clasificadas en varias categorías o parámetros de aptitud para el uso.

Los principales parámetros resultantes son:

Calidad de Diseño.

Calidad de Conformidad o Fabricación.

Mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad.

Servicio de Post-venta.

Los parámetros anteriores se pueden relacionar entre sí de la siguiente manera:

### RELACION DE PARAMETROS

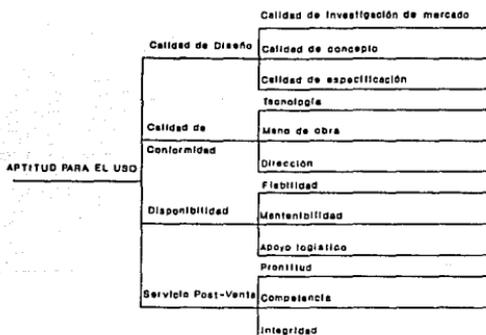


Figura I.1 Parámetros de Calidad

"Calidad de diseño" es un término técnico. Puede ser considerado como la conjunción de tres fases separadas de una progresión común de actividades:

1- Identificación de lo que constituye la aptitud para uso del usuario.

2- Elección de un tipo de producto o servicio que responda a las necesidades presentadas por el usuario.

3- Con base en la elección hecha en la fase anterior, establecimiento de un conjunto detallado de especificaciones que, si son exactamente ejecutadas, cumplirán las necesidades del usuario.

El diseño debe reflejar las necesidades de aptitud para el uso y el producto debe estar a su vez de acuerdo con el diseño. La amplitud con que el producto cumple con el diseño se llama "Calidad de conformidad"; este término está ampliamente aceptado, algunos términos alternativos son: "Calidad de fabricación", "Calidad de Producción", "Calidad del producto", etc.

La "Calidad de conformidad" es la resultante de numerosas variables: máquinas, herramientas, supervisión, ejecución, etc.

La "Calidad que busca el cliente" o la adecuación al uso debe surgir de las dos anteriores, aunque la realidad no siempre es ésta. La relación entre los tres tipos de calidad se puede visualizar más fácilmente con la figura siguiente :



**Figura I.2 Relación entre los tres tipos de calidad**

Puede observarse que mientras más concéntricos sean los círculos de la figura anterior, más próximo estará el producto al concepto de calidad total.

Para los productos que son consumidos con rapidez, los parámetros de calidad de diseño y calidad de conformidad son suficientes para determinar la aptitud o la idoneidad

para el uso. Para los productos de larga duración, algunos factores relacionados con el tiempo entran en juego:

### *Disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.*

**Disponibilidad:** La vida de una sociedad industrial depende absolutamente de la continuidad de servicio de las fuentes de energía, las comunicaciones, los transportes, el agua, etc. Para lograr esta continuidad, se ha dedicado mucho esfuerzo hasta descubrir cómo minimizar la proporción de fallas de los productos y cómo restaurar el servicio rápidamente en caso de falla. Un elemento de este esfuerzo ha sido reconocer que la continuidad de servicio es un parámetro de la aptitud para el uso y prepararse para medirlo. El nombre dado a este parámetro ha sido "Disponibilidad". El cual está relacionado con el tiempo y se mide por la extensión en que el usuario puede asegurarse el servicio cuando lo desea.

**Confiabilidad:** Si los productos no fallaran nunca, la disponibilidad sería del 100%. Sin embargo, los productos fallan, de manera que un subparámetro esencial de la disponibilidad es la ausencia de fallas, para lo cual el término técnico aceptado es el de "Confiabilidad". Su definición clásica es " la probabilidad de que un producto realice sin fallo una función especificada bajo condiciones dadas durante un período especificado de tiempo ".

**Mantenibilidad:** La necesidad de continuidad del servicio ha estimulado, también, la realización de muchos esfuerzos para mejorar el mantenimiento de productos de larga vida.

Este mantenimiento puede ser preventivo o programado o bien no programado o correctivo.

Teniendo una definición "grosso modo" de lo que es la calidad, se puede entonces definir lo que es el control de calidad, que es la parte donde el proyecto de esta tesis encuentra una aplicación específica.

### *Definición de Control de Calidad*

" El control de calidad es el proceso de regulación a través del cual se puede medir la calidad real, compararla con las normas y actuar sobre la diferencia"<sup>4</sup>. Las etapas que se aplican para lograr este control son las siguientes:

- 1-. Elegir el sujeto de control, es decir, seleccionar lo que va a ser regulado.
- 2-. Elegir la unidad de medida.
- 3-. Establecer el valor normal o estándar, es decir, especificar la característica de calidad

- 4-. Crear un dispositivo sensible que pueda medir la característica en función de la unidad de medida.
- 5-. Realizar la medición real.
- 6-. Interpretar las diferencias entre lo real y el estándar o tipo.
- 7-. Tomar una decisión y actuar sobre la diferencia.

Todas las fabricaciones continuas están sujetas a variación. Algunas de estas variaciones no son significativas o importantes y no se tienen en cuenta o es diferida la acción correctiva. Otras variaciones son tan importantes que hacen funcionar señales de alarma del sistema de control. Estas variaciones significativas son una separación esporádica de la norma y piden que la persona responsable del control preste atención a las señales de alarma del sistema y tome medidas para restablecer el proceso de fabricación, descubra qué cambios del proceso crearon los síntomas responsables del funcionamiento de la señal de alarma y elimine las causas de los cambios. Un ejemplo de alejamiento de la norma es el siguiente:

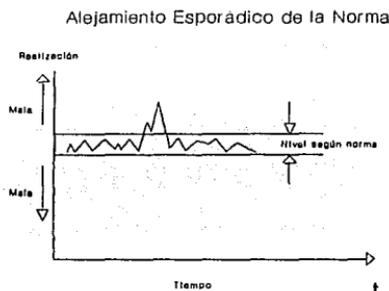


Figura I.3 Alejamiento temporal de la norma

La secuencia de pasos utilizada para restaurar el proceso de fabricación se conoce como "Corrección de perturbaciones", "Ajuste de la fabricación", etc. Constituye una actividad humana esencial y sucede lo bastante a menudo para sugerir que aquellos que son responsables del cumplimiento de las normas sean entrenados en las técnicas de corrección.

Para conseguir que los productos posean calidad no basta con un control que seleccione las unidades que cumplan con las especificaciones de diseño y rechace las defectuosas, pues esto hace que la calidad buscada tenga un alto precio, tanto mayor cuantas más unidades defectuosas se hayan fabricado. Además, estadísticamente se ha demostrado que efectuar una inspección no automatizada de la totalidad de los productos fabricados, tiene un elevadísimo costo y no siempre proporciona la confianza deseada. Factores como el cansancio del inspector, la monotonía por la repetitividad de la producción, etc., conllevan a la obtención de resultados de 2 hasta 15% de productos aceptados o rechazados incorrectamente, es decir,

productos defectuosos que han sido aceptados como no defectuosos o bien productos no defectuosos rechazados por considerarlos defectuosos.

Al comienzo del siglo XX el término "Control de Calidad" empezó a ser usado como sinónimo de "prevención de defectos" ( en contraste con la anterior y ampliamente aplicada inspección después de los hechos). Sin embargo durante las décadas de los 40 y 50 comenzó la aplicación de métodos estadísticos en el control de calidad a tal grado que se llamó "Control Estadístico de la Calidad (CEC)". Posteriormente se llegó a que ese enfoque del CEC era limitado, ya que el conjunto de instrumentos para la regulación es amplio y los métodos estadísticos son solamente un elemento de este conjunto.



Fig 1.4 Rueda de Deming

La rueda de Deming muestra de una manera sencilla la importancia que tiene la estadística en un programa de mejora continua de la calidad.

### *Gestión de Calidad*

En las últimas décadas se ha resaltado un interés creciente, por parte de la dirección de las empresas hacia la calidad, por el papel que juega al favorecer la productividad, la eficacia e imagen de los productos suministrados. Este interés ha hecho que se hagan esfuerzos por reorientarla, reconducirla y lo que es más importante, dotarla de mecanismos que permitan divulgarla, conocerla, aplicarla, medirla y exigirla de un modo que antes era totalmente desconocido. De este modo, la calidad es ahora un elemento fundamental en el nuevo estilo de gestión de empresas. De lo anterior surge el término **Gestión de Calidad** que se entendería como "...el modo en que la dirección planifica el futuro, implanta los programas y controla los resultados de la función calidad con vistas a su mejora permanente".<sup>5</sup>

De manera esquemática, se pueden resumir las diferencias entre el concepto de calidad que se puede llamar clásico y la idea de gestión de calidad en relación con diferentes aspectos de su aplicación:

5 Véase: Udaondo Duran, *Gestión de Calidad*, p.5

## ANTECEDENTES

Aspectos de la Calidad	Según el concepto clásico	Según la Gestión de Calidad
OBJETO	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
ALCANCE	Actividades de control	Gestión y asesoramiento, además de control
MODO DE APLICACION	Impuesta por la Dirección	Por convencimiento y participativa
METODOLOGIA	Detectar y corregir	Prevenir
RESPONSABILIDAD	Del Departamento de Calidad	Compromiso de cada miembro de la empresa
CLIENTES	Ajenos a la empresa	Internos y externos

**Figura 1.5 Comparación entre el enfoque clásico de calidad y el enfoque de gestión de calidad.**

Algunas de las ventajas de implantar el modelo de gestión de calidad se listan a continuación:

- Ayuda a mejorar continuamente la productividad y la competitividad.
- Su fundamento es hacer las cosas bien a la primera.
- Consiste en dar al cliente lo que desea.
- Está basada en el sentido común.
- No supone hacer más de lo necesario.
- Todos los niveles de la empresa están involucrados.
- Asegura el espíritu de equipo.
- Su aplicación es motivante.

Las empresas japonesas se encuentran a la vanguardia en cuanto a gestión de calidad se refiere, es posible afirmar que el éxito que han logrado es en buena parte gracias a las características de la ideología japonesa, siendo éstas:

- Amor a su empresa
- Integración a su trabajo
- Disciplina
- Espíritu de mejora, que se traduce en una elevada motivación.

## ANTECEDENTES

---

De manera resumida, las características de la gestión de calidad japonesa deducidas de la nueva forma de concebir la calidad son:

- 1) Las actividades de calidad son dirigidas por el presidente de la empresa y en ellas participan todo el personal y todos los departamentos.
- 2) La dirección asigna coherentemente la máxima prioridad a la calidad
- 3) Difusión de la política de calidad y control por delegación.
- 4) Puesta en práctica de auditorías de calidad tendientes a la autoauditoría.
- 5) Actividades de Garantía de Calidad que cubren desde la planificación y el desarrollo iniciales hasta los procesos finales de ventas y servicio post-venta.
- 6) Actividades de grupos participativos
- 7) Desarrollo y puesta en práctica de las técnicas de calidad.
- 8) Extensión de las aplicaciones desde la fabricación a otras industrias.
- 9) Promoción de las actividades de calidad por toda la nación.

Todos estos principios se han logrado con base en la nueva filosofía de la gestión de calidad y en una serie de elementos relacionados entre sí que buscan la mejora continua de la calidad. Sería objeto de estudio de la ingeniería industrial el describir detalladamente cada uno de estos elementos, por lo que éstos serán descritos de manera resumida en los párrafos siguientes:

**Company Wide Quality Control (CWQC):** también llamado "TQC estilo japonés", es el nombre que se da al conjunto de actividades de control de calidad, que se aplican a todos los aspectos de las operaciones de la compañía.

**Just in time (JIT):** Sistema de gestión empresarial que permite entregar al cliente el producto con la calidad exigida, en la cantidad precisa y en el momento exacto.

**JIDOKA:** Consiste en instalar sensores en las máquinas que les permitan detectar defectos, así como mecanismos capaces de parar la línea cuando éstos ocurren.

**KAIZEN:** (de **KAI:** Cambio y **ZEN:** la bondad). Es el término que se refiere al espíritu y la práctica de los principios de mejora continua en la empresa.

**KANBAN:** Es una herramienta del sistema **JIT** (con frecuencia son tarjetas u hojas de papel), que transmite información para el control de la producción.

## ANTECEDENTES

---

**POKA-YOKE:** Son sistemas sencillos de autocontrol que pueden realizar los propios trabajadores en las operaciones de ensamblaje, con el fin de prevenir defectos en los productos que se están fabricando.

**Single-Minute Exchange of Die (SMED):** Sistema que permite minimizar drásticamente el tiempo de preparación de máquinas y de cambio de útiles de trabajo.

**Métodos de TAGUCHI:** Métodos de ingeniería que permiten valorar costos de la no-calidad y ahorrar minimizando el número de experimentos, sin perder información sobre los parámetros analizados.

**Total Quality Control (TQC):** Traducido normalmente como Control de Calidad Total, es un término acuñado por A.V. Feigenbaum y utilizado en Estados Unidos que no está universalmente aceptado. En determinados países europeos también se le conoce como ICPQ (Control Integrado de Calidad del Producto).

Todos los conceptos expuestos en esta sección podrían haber sido tratados en forma mucho más extensa, sin embargo, el resumen presentado cubre los antecedentes referentes a Calidad necesarios para los fines que se persiguen. En secciones posteriores se hablará de estos conceptos, ya sin profundizar en ellos.

### 1.1.3 La Metodología del Ingeniero

Antes de abordar el tema principal, conviene hacer un recordatorio de cómo debe actuar un Ingeniero ante los problemas que se le plantean y la metodología que la Ingeniería propone para la solución de los mismos.

El procedimiento general para resolver un problema de ingeniería requiere de los siguientes pasos:

· **Definición del problema:** el problema que se trate se define en forma amplia y sin detalles.

Se sabe que el cliente le dará al Ingeniero una explicación informal de lo que cree que es su necesidad o problema, posiblemente incluirá restricciones ficticias, requisitos vagamente especificados, preferencias para una solución, y puede llegar a omitir información importante que afecte la solución. Por lo tanto el Ingeniero debe determinar en qué consiste realmente el problema, y formularlo como un conjunto de especificaciones concretas que lo definan adecuadamente.

Los objetivos principales de la definición de un problema, son determinar si merece la atención del Ingeniero y obtener una buena perspectiva del él.

Un problema puede definirse con distintos grados de amplitud. Estos van desde una definición muy amplia que maximiza el número y el alcance de las alternativas que pueden

## ANTECEDENTES

---

considerarse, hasta una que ofrezca muy poca libertad para elegir las posibles soluciones. Entre estos límites el Ingeniero debe hacer la elección.

·Análisis del problema: en esta etapa se define el problema con todo detalle.

El Ingeniero debe confirmar las restricciones reales y eliminar las ficticias.

Debe determinar parámetros que afecten a la solución, tales como ciclo de uso, requerimientos de vida útil, número de veces que se necesite repetir la solución y en el caso de fabricación determinar el volumen de producción.

Debe determinar tanto los criterios de evaluación de las posibles soluciones, como su importancia relativa. Los criterios de evaluación casi siempre son los mismos en todos los problemas, su importancia relativa normalmente si varía. Por lo general la razón predominante de estos criterios es el beneficio a costo, que representa la utilidad esperada con relación a los costos de creación.

·Búsqueda de soluciones: las soluciones alternativas se reúnen mediante indagación, invención, investigación, etc.

Debe generar la mayor cantidad de alternativas de solución que le sean posibles.

Debe evitar vicios como el seguir una solución acostumbrada.

Cuando se ha aplicado una determinada solución durante cierto tiempo, ésta llega a convertirse en un obstáculo para la creatividad del Ingeniero.

Un ingeniero creativo, no importa cuántas soluciones haya ideado, debe suponer, muy justificadamente, que quedarán sin ser descubiertas muchas otras y mejores. No sólo supondrá que existen, sino que tratará de hallarlas en tanto el tiempo lo permita.

·Decisión: todas las alternativas se evalúan, comparan y seleccionan hasta que se obtiene la solución óptima.

Debe encontrar la forma de predecir el funcionamiento de las soluciones alternativas a través de simulación, modelos, etc., para posteriormente evaluarlas con respecto a los criterios establecidos. Una vez hecho lo anterior, debe comparar las alternativas con base en los resultados obtenidos a partir de la evaluación para poder hacer una elección objetiva de la solución que satisfaga de manera óptima el problema planteado inicialmente.

Hasta aquí, el método de la Ingeniería plantea las fases de Búsqueda y de Decisión en forma separada, "Sin embargo, cuando no es la inventiva el principal factor generador de soluciones, cuando cada una de las soluciones obtenidas puede evaluarse rápida y económicamente, o cuando simultáneamente se presentan los dos casos, no es necesario ni conveniente separar las fases de Búsqueda y de Decisión..."<sup>6</sup>

Especificación: la solución elegida se expone por escrito detalladamente.

No es válido que se suponga que las soluciones ideadas serán construidas automáticamente en forma apropiada y utilizadas como se ha previsto. Muchas cosas pueden ir equivocadas y hay que tomar medidas para evitar esto, la única forma es a través de la especificación adecuada, cuya profundidad de detalle dependerá de las personas a quienes vaya dirigido.

El trabajo de un ingeniero rara vez termina al especificar una solución; su responsabilidad se extiende ordinariamente hasta la obtención de la aceptación de su diseño, la vigilancia de su instalación o construcción y su uso inicial, la observación y evaluación del mismo durante su funcionamiento y la decisión de cuando sea aconsejable un nuevo diseño.

El Ingeniero debe buscar la Calidad en todas sus actividades, y con objetividad buscar la solución más adecuada sin importar que parezca demasiado sencilla, pues "Cuando una solución propuesta ha alcanzado este estado decepcionantemente simple, puede considerarse, por lo general, que se ha hecho un buen trabajo..."<sup>7</sup>.

### 1.2 Problemática de la Fábrica en estudio

En la planta, que es el objeto de estudio de esta tesis, se confeccionan cinturones de seguridad para automóviles, así como también se ensamblan mecanismos para diferentes tipos de hebillas para modelos de vehículos que se encuentran actualmente en el mercado, dicha planta se encuentra ubicada en el Edo. de México, aproximadamente a 30 Km de la ciudad de Toluca.

La empresa tiene tres años de actividades dentro del ramo, y conciente de las situaciones que implica el TLC, busca afianzar primero clientes nacionales, compitiendo así en el mercado de importación y posteriormente buscará la exportación. Actualmente cuenta con métodos propios de control de calidad satisfactorios para ellos mismos, pero sus clientes ponen condiciones además de la calidad del producto, respecto a la metodología de control de calidad que se debe de utilizar para los productos que ellos compran, por lo que actualmente busca implantar el nuevo enfoque de gestión de calidad, el cual dice que ésta debe estar implícita en el producto, además de implantar una metodología de control de calidad en todos los procesos de la fábrica que satisfaga a sus clientes. Por cuestiones de organización, presupuesto y con base en el modelo japonés, los cambios necesarios deben de ser llevados a cabo gradualmente aprovechando la tecnología existente.

---

6 Véase: Krick, *Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería*, p.184

7 *Ibid.*, p.167

## ANTECEDENTES

En todas las opciones de los métodos de control de calidad que sus clientes aceptarían, se involucra el Control Estadístico de Calidad (CEC), por lo que es necesario obtener datos con los cuales puedan medirse los parámetros de fabricación que finalmente determinan la Calidad del producto.

Considerando que el cambio tiene que ser gradual, la empresa decidió implantarlo, siguiendo un orden de prioridad y comenzando por el proceso más importante, en este caso, es el de sellado de las cubiertas que encierran el mecanismo de sujeción de las hebillas. El material del cual están hechas las cubiertas es un material termoplástico, por lo que el sellado se lleva a cabo por medio de ultrasonido. Dentro de la planta existen cuatro máquinas marca Branson, que realizan el sellado o soldado de la manera antes mencionada. En la siguiente página se muestran las vistas de planta y frontal de su instalación.

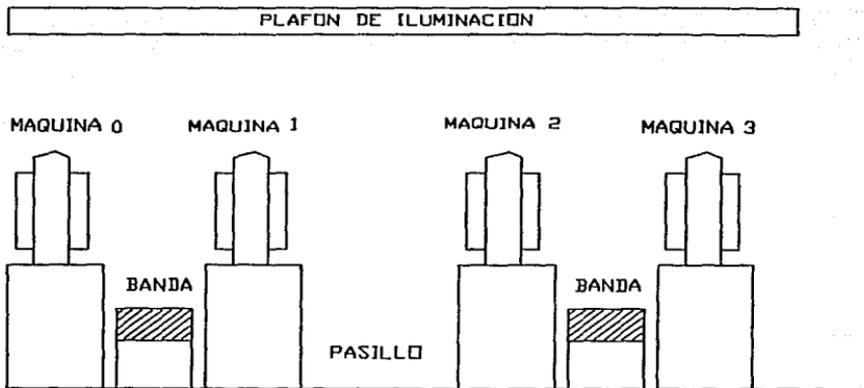


Figura 1.6 Vista frontal de las máquinas soldadoras

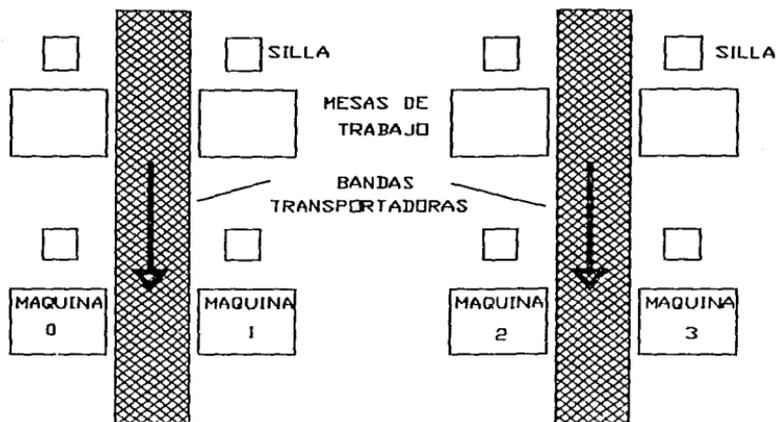


Figura I.7 Vista de planta de las máquinas soldadoras

A pesar de que poseen un sistema de control interno, dichas máquinas llegan a estar fuera de los parámetros de fabricación especificados para este proceso, este alejamiento de las especificaciones ocasiona, como se mencionó en párrafos anteriores, un "alejamiento de la norma"; esto provoca que existan defectos en los productos que sólo pueden ser detectados cuando se realizan pruebas en el laboratorio de control de calidad. El hecho de que existan rechazos en el producto implica desperdicio de materiales incrementándose así los costos de fabricación. Este incremento puede evitarse si se previenen a tiempo las alteraciones de los parámetros de las máquinas.

A continuación se describe el principio de funcionamiento de las máquinas soldadoras, éste puede dividirse en dos sistemas, uno electrónico y el otro mecánico, la interacción de ambos tiene como resultado el soldado por medio de ultrasonido.

Como ultrasonido se califica el sonido cuya frecuencia se encuentra entre 18 y 50 KHz. Para aplicaciones técnicas e industriales se usan frecuencias entre 20 y 100 KHz. Mayormente se usan equipos de 20 KHz, puesto que esta frecuencia se encuentra fuera del límite audible y los mismos permiten emplear útiles de soldadura suficientemente grandes así como trabajar piezas pequeñas.

Uno de los parámetros más importantes para lograr una buena unión de soldadura es el material termoplástico. Generalmente todos los termoplásticos se pueden ensamblar.

## ANTECEDENTES

---

La soldabilidad del termoplástico depende principalmente de sus características, como módulo de elasticidad, capacidad de calor, densidad, amortiguamiento, coeficiente de fricción molecular, etc.

Los datos a considerar de la máquina son: los tiempos de soldado, de sostenimiento y la presión.

El sistema mecánico tiene como partes principales, el "booster" (transformador de amplitud) y el sonotrodo; el convertidor electrostrictivo sirve como acoplador entre los dos sistemas; este convertidor contiene cristales artificiales piezoeléctricos los cuales se comprimen o distienden periódicamente bajo la influencia de una corriente alterna de alta frecuencia.

La amplitud de las vibraciones mecánicas producidas con este sistema se transforman mediante la ayuda del "booster" en la amplitud óptima que es necesaria para la aplicación en el termoplástico. Las relaciones de transformación de los "booster" normales se mueven entre 1:0.5 y 1:4.

El sonotrodo es acoplado al convertidor, o bien al booster, y transmite las vibraciones ultrasónicas a la pieza a unir. El material de sonotrodo es principalmente de titanio o aluminio cromado anodizado. Para aplicaciones especiales se usan acero templado, bronce, aluminio cromado, titanio tratado y titanio con postizo de metal duro.

El sistema eléctrico consta de un transformador que eleva el voltaje de línea de 224 V a 1500 V y de un elevador de frecuencia de 60 Hz a 20 kHz, posteriormente se acoplan por medio del convertidor al sistema mecánico y se realiza el proceso descrito en párrafos anteriores.

A continuación se muestra un esquema de la máquina con diferentes vistas de la misma:

## ANTECEDENTES

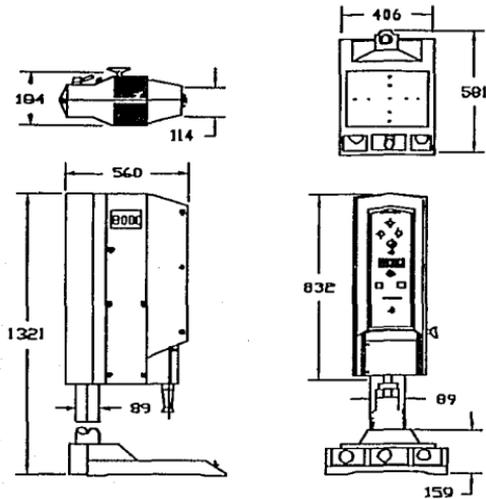


Figura 1.8 Diagrama esquemático de una máquina Branson

### 1.2.2 Definición del problema

El problema que la empresa, en este caso el cliente, plantea, es el de la urgencia de contar con una sistema que pueda monitorear el funcionamiento de las máquinas soldadoras, de modo que se pueda observar si sus parámetros permanecen dentro del rango establecido de acuerdo a especificaciones, con el objeto de prevenir bajas en la calidad del producto que se está fabricando. Además deberá almacenar en un disco para computadora, los parámetros que se están monitoreando para obtener gráficas, y así observar el funcionamiento de la máquina soldadora durante una jornada de trabajo y ver cómo influye esto en el producto fabricado en esa misma jornada. Al mismo tiempo que se registran los datos, deben ser desplegados para que el operador este siempre enterado del funcionamiento de las máquinas soldadoras. Se necesita que cuando se detecte que una de las máquinas tenga sus parámetros fuera de las especificaciones, exista un control que la detenga para evitar producción defectuosa.

Por otro lado, la instalación del sistema deberá ser segura, de manera que no exista riesgo para los trabajadores ni para el funcionamiento de las máquinas soldadoras así como no deberá interferir con las labores rutinarias realizadas a fin de evitar pérdidas de tiempo innecesarias.

Con base en la metodología de la ingeniería descrita, lo primero que se debe hacer es la definición del problema en una forma amplia y sin detalle.

Para esto fue necesario una serie de entrevistas con personal de la empresa durante una visita a su planta, con el propósito de adentrarse en la problemática, y confirmar las necesidades y la existencia del problema.

Una vez recopilada la información, se lleva a cabo la definición del problema sin profundizar en detalles, se presenta a continuación y consiste en una lista de los requerimientos legítimos del cliente, agrupados como entradas y salidas del sistema :

Entradas:

Los eventos que suceden en la producción, medidos en forma de parámetros de funcionamiento de las máquinas Branson.

Salidas:

Un diskette con la información del muestreo de los parámetros de las máquinas Branson durante la producción.

Un dispositivo de despliegue de información por cada máquina.

Un mecanismo de control que permita suspender el funcionamiento de la máquina que esté fuera del rango aceptado en alguno de sus parámetros.

En el siguiente capítulo se efectuará el análisis y la definición formal del problema, tomando como base la definición anterior y siguiendo los pasos que establece la metodología de la ingeniería mencionada en el apartado 1.1.3

## **CAPITULO II**

# **ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

## 2.1 Análisis y definición formal del Problema

Partiendo de la definición del problema a la que se llego en el capítulo 1, se revisan las restricciones, y se encuentra una real que se refiere al uso del formato compatible con computadoras personales en la grabación del diskette que contendrá los datos recopilados.

Se buscan también las restricciones ficticias que pudieran existir, y no se encuentra ninguna como explícita. En cuanto a las restricciones ficticias implícitas, se puede mencionar un caso especial, que es el del requerimiento de un dispositivo de despliegue por cada máquina selladora, donde la restricción ficticia posible sería la de pensar que no pueden ser más de cuatro. Aunque de momento no se le ve ninguna razón para utilizar más dispositivos de despliegue que los que son aparentemente necesarios, se hace aquí esta nota como un ejemplo.

Ahora se definen los parámetros que pueden afectar la solución del problema.

Ciclo de Uso.- Se determina un ciclo normal de uso de una jornada de trabajo al día, sin embargo, bajo condiciones especiales puede llegar a ser hasta de dos jornadas al día. Una jornada de trabajo equivale a ocho horas y se produce un total de 150 piezas/hora.

Condiciones Ambientales.- Se debe tener en cuenta que el ambiente donde se va a colocar la solución es del tipo industrial. En este caso específico existe un alto nivel de ruido eléctrico provocado por los máquinas eléctricas que se utilizan en otros procesos de fabricación.

Vida Útil.- En este caso el cliente no puso límites en cuanto a la vida útil que deberá tener el sistema que resuelve su problema, por lo que se busca que la solución implementada tenga una vida útil tan larga como sea posible. Se hace notar que este parámetro pudo haber afectado al tipo de solución del problema.

Número de veces que se necesita repetir la solución.- En este caso, las necesidades del cliente son de resolver su problema en una sola fábrica donde sólo tiene cuatro máquinas selladoras, por lo que con un solo sistema se satisface su necesidad. Si la necesidad marcara la repetición de la solución en muchos lugares, afectaría directamente al tipo de solución, puesto que el criterio respecto al costo de la solución incrementaría su importancia relativa.

Los criterios principales que generalmente se consideran, y que como ya se dijo anteriormente, casi no varían de problema a problema, son:

- Alto grado de confiabilidad, contando con procedimientos de emergencia para no obstaculizar la producción aún cuando exista alguna falla.

- Alto grado de mantenibilidad, de preferencia, se deben de utilizar componentes económicos, disponibles en el mercado, esto es, que sean fáciles de encontrar, y de uso frecuente, de forma que sea fácil que otro Ingeniero pueda hacerse cargo del mantenimiento o de la evolución del sistema.

## ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

---

- Costo mínimo
- Rapidez de implementación de la solución.
- Facilidad de manejo y sencillo de entender.
- Seguridad.

Ahora se establece la importancia relativa de los criterios de acuerdo a las necesidades del cliente.

Como la planta se encuentra lejos de la Cd. de México y relativamente lejos de la de Toluca y dada la urgencia de la planta por cumplir con los requerimientos de sus clientes potenciales, los criterios más importantes son los de seguridad, rapidez de implementación, confiabilidad y mantenibilidad. Luego de estos, siguen el de costo y de facilidad.

Se procede a definir formal y detalladamente el problema.

En cuanto a las entradas del sistema, los parámetros que se deben de monitorear son:

1.- Presión neumática requerida por las máquinas Branson para su funcionamiento. Para este parámetro, únicamente se revisará si la presión es correcta o no. El rango en el cual puede variar es de 30 a 35 KPa.

2.- Tiempo de sellado. Se considera el tiempo de sellado al tiempo durante el cual, la máquina genera el ultrasonido que producirá el calentamiento en la cubierta plástica y logrará su sellado. El intervalo medido determinará la temperatura máxima alcanzada. En este caso se deberá medir el tiempo durante el cual esta presente la señal que genera el ultrasonido que puede variar de 0.1 a 4.0 segundos. Este rango variará de acuerdo con el termoplástico que se vaya a usar.

3.- Tiempo de sostenimiento. Es el tiempo durante el cual el dispositivo "Horn" de la máquina Branson, permanece en su posición de trabajo (inferior), después de haber emitido el ultrasonido, y antes de levantarse de nuevo. Durante este período, se le da tiempo a la pieza recién sellada de enfriarse, manteniendo las partes unidas de suerte que no haya deformaciones. En este caso se deberá medir el tiempo transcurrido desde que dejó de existir la señal de ultrasonido, y el momento en cuanto se levanta el "Horn", que puede variar de 0.05 a 3.0 segundos. Este rango variará de acuerdo con el termoplástico que se vaya a usar.

4.- Por solicitud expresa del cliente, y dado que se piensa en la producción de diferentes ensamblajes en las mismas máquinas, con diferentes especificaciones en sus parámetros, es necesario contar con un dispositivo de selección de especificaciones del producto que se va a

# ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

---

---

realizar, para que así, se comparen los valores obtenidos de los parámetros de la máquina contra los de una tabla de parámetros. En este caso se deberá seleccionar una de tres opciones.

En cuanto a las salidas del sistema, se pueden identificar como:

- Un diskette con formato compatible con computadoras personales, conteniendo un archivo cuyos registros muestren la operación monitoreada, con los datos de los parámetros medidos, y además, la hora en que se realizó dicha operación.

- Mensajes a los dispositivos de despliegue de datos.

- Señal de manejo de dispositivos inhibidores que son los que se encargarán de detener la operación de una máquina que se encuentre operando fuera de los parámetros correctos.

- Aunque el cliente no lo solicitó, del estudio del problema se consideró que era necesario además, una forma de indicarle al operador que si la máquina no responde a los controles de operación, es porque esta inhibida dado que la última operación fue incorrecta. Esto se hace con el uso de un indicador luminoso para que no se necesite leer. Dicho indicador deberá accionarse simultáneamente junto con el inhibidor.

Con base en estas entradas y salidas definidas se obtiene una lista de funciones con las cuales debe cumplirse la solución, indicando en cada una de ellas sus requerimientos básicos .

**Función :** Obtención de señales a monitorear

**Requerimientos para cada una de las máquinas:**

- Una señal que cambie de estado cuando la presión neumática baje de cierto límite.
- Una señal que con su cambio de estado indique si la máquina en cuestión está generando ultrasonido o no (soldando o no ).
- Una señal que indique si el dispositivo ultrasónico (Horn) esta en su posición de operación (abajo) o si esta en su posición de descanso (arriba).
- Dos señales que con sus estados nos indiquen la selección hecha respecto al tipo de producto a trabajar. Con dos señales se puede llegar a seleccionar una de cuatro opciones.

**Función :** Monitor de señales en tiempo real

**Requerimientos :**

- Capacidad de monitoreo de 5 señales de entrada por cada máquina.
- Reloj en tiempo real para registrar además de los tiempos de duración de los eventos, la hora en la que sucedieron.

## **ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION**

---

---

**Función :** Controlador de la grabación de los diskettes

**Requerimientos :**

- Capacidad de controlar la grabación en diskettes con el formato compatible con computadoras personales, de la información de los tiempos relacionados con los cambios de estado de algunas de las señales monitoreadas y el estado en sí de las otras.

**Función :** Grabador de diskettes

**Requerimientos :**

Se podrían enumerar todos sus requerimientos que a fin de cuentas son las normas a las cuales se debe de sujetar una unidad de diskettes estándar de las llamadas computadoras compatibles , por lo tanto, solo se pone ese requerimiento que es:

- Cumplir con las normas de una unidad de diskettes estándar de computadoras compatibles .

**Función :** Controlador de mensajes

**Requerimientos :**

-Capacidad de comunicación unidireccional con dispositivos de despliegue de información.

**Función :** Dispositivos de despliegue de mensajes (Display)

**Requerimientos :**

- Capacidad de desplegar dos renglones con un mínimo de 12 columnas.

- Capacidad de desplegar alfanuméricamente la información enviada por la parte controladora de mensajes.

**Función :** Controlador de señales de inhibición

**Requerimientos :**

- Capacidad de comunicación unidireccional con dispositivos de inhibición de funcionamiento de las máquinas.

**Función :** Dispositivos de inhibición de funcionamiento de las máquinas

**Requerimientos :**

# ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

- Debe de inhabilitar la máquina cuando haya sido seleccionado este dispositivo, y mantener la máquina deshabilitada hasta que el operador reestablezca su funcionamiento por medio de algún actuador.

- Debe de encender un indicador luminoso cuando la máquina se encuentre deshabilitada.

Todas estas son las funciones que se deben implantar en la solución, lo único que puede variar es su agrupación y la forma de implantación.

## 2.2 Búsqueda y selección de alternativas de solución del problema

Las fases de búsqueda y selección se llevarán a cabo como una sola ya que en este caso, el procedimiento para la evaluación de las alternativas es sencillo y directo.

Como primera alternativa, se puede pensar en diseñar un controlador individual utilizando un microprocesador por cada máquina Branson, de esta forma se tiene un sistema como el indicado en la Figura. II.1

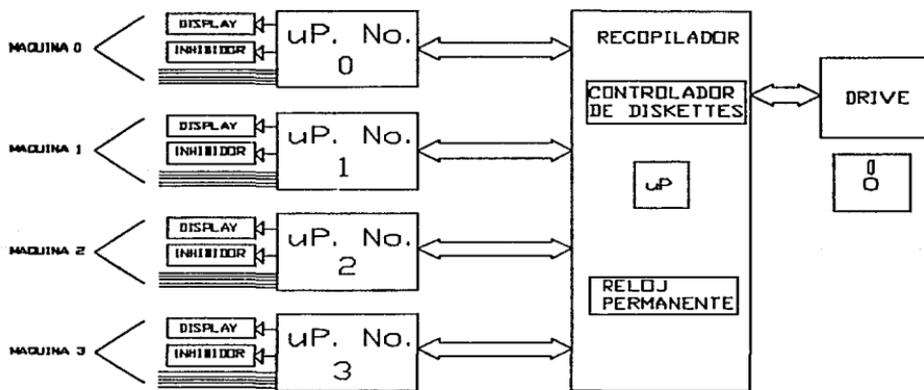


Figura II.1

Cada máquina tiene un módulo generador de señales, que permite monitorear las condiciones necesarias a través de su módulo controlador. Nótese la adición de una fuente de poder, ya que es requisito para el funcionamiento de los dispositivos propuestos. Dicho módulo controlador también sería el encargado de controlar tanto el Display como el dispositivo inhibidor correspondiente a su máquina. Se utilizaría otro controlador con mi-

## ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

---

---

croprocesador para la función de la recopilación de datos, el cual contendría el Reloj permanente y el controlador de la unidad de diskettes (Drive).

Es obvio que es inconveniente proponer el diseño de una unidad de diskettes, pues es evidente que no sería económico, y dado que es forzoso utilizar dicha unidad en cualquiera de las soluciones que se propongan, desde este momento se decide que se utilizará una unidad hecha, disponible en el mercado.

Se evalúa la opción, y como ventajas se encuentra que: Se puede resolver el problema exactamente como se requiere, se cuenta con la flexibilidad que supone el uso de microprocesadores, y que se tiene una solución a la medida. Como desventajas se encuentra que: Se tienen funciones duplicadas en los controladores individuales, se habla del diseño de dos diferentes tipos de controlador y cuando se habla de diseño, implica un costo más elevado que la implementación de módulos existentes en el mercado. Otra desventaja es la de que a pesar de ser flexible por el uso de microprocesadores, cualquier cambio de programación debe hacerse en el lenguaje ensamblador de dicho microprocesador, además de tener que grabar una memoria (EPROM), con lo cual se le restringe al cliente a que solo personas capaces de realizar lo descrito, le puedan modificar el sistema, además que el proceso de por sí, implica cierto tiempo que se puede calificar como de considerable, por las pruebas que además son necesarias hacer cuando se cambia la versión de un programa.

Antes de buscar otras soluciones, para simplificar el problema y buscando evitar duplicidades, se hace una agrupación de funciones en cinco partes que son:

- a) Generación de señales a monitorear,
- b) Monitor de señales con reloj permanente, controlador de la grabación de los diskettes, controlador de señales de inhibición y controlador de mensajes,
- c) Grabador de diskettes,
- d) Dispositivos de despliegue de información y
- e) Dispositivos de inhibición de funcionamiento de las máquinas.

Como se puede ver, se le dividió básicamente en los módulos de entradas, proceso y salidas, que es una división lógica, aunque se debe mantener la mente abierta para posteriormente aplicar otro tipo de división si es que se encuentran mejores ventajas en alguna otra.

Una solución que ahora salta a la vista es la creación de un controlador maestro con base en un microprocesador, que cuente con interfaces de entrada de las señales generadas, con su reloj permanente, que cuente con interface de salida hacia una unidad de diskettes, con interfaces de salida hacia los displays y con interfaces de salida hacia los inhibidores como se muestra en la Figura. II.2.

# ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

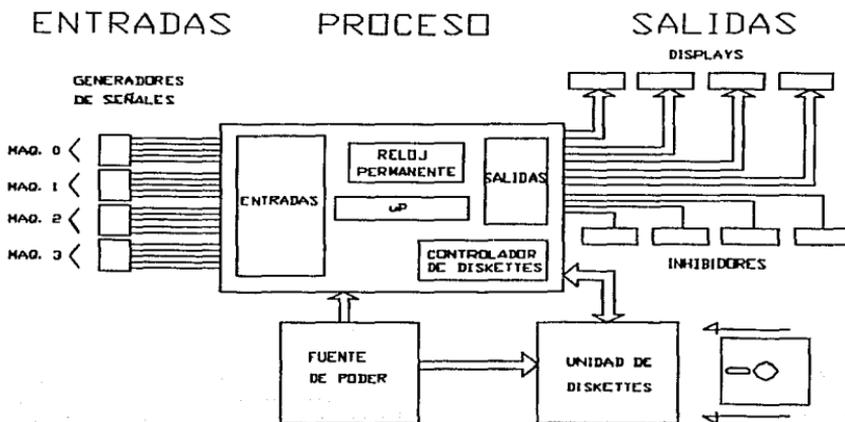


Figura II.2

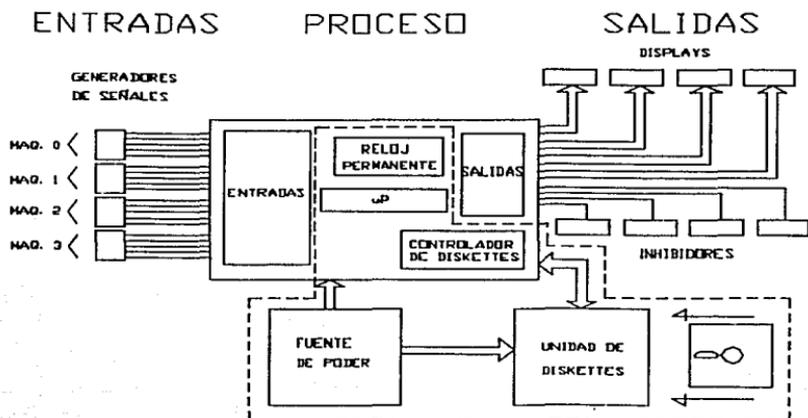
La solución misma al igual que en el caso anterior, impone el requerimiento de un módulo adicional que es una fuente de poder para todos los elementos.

Como ventajas de esta opción se encuentra que: Se puede resolver el problema exactamente como se requiere, ya no se tiene la duplicidad de funciones como en el caso anterior, se cuenta con la flexibilidad que supone el uso de un microprocesador, y que se tiene una solución a la medida. Como desventajas se tienen: Todavía se habla de diseñar el controlador maestro, y como ya se dijo, esto implica un costo más elevado que la implementación de módulos existentes en el mercado. Se tiene la misma desventaja del caso anterior en el sentido de que cualquier cambio de programación debe hacerse en el lenguaje ensamblador, con sus consecuencias.

Para evitar las desventajas, y como lo sugiere la metodología de la Ingeniería, se puede pensar en algún controlador que anteriormente haya sido aplicado en problemas similares, y acortar el tiempo de desarrollo, logrando así economizar.

Este problema tiene características únicas, de manera que ninguno de los controladores utilizados en otros problemas conocidos se puede aplicar para este caso, sin embargo, del diagrama de bloques utilizado en la Figura II.2, resaltando ciertas áreas se obtiene la Figura II.3.

# ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION



Se puede notar que existe cierta similitud entre el módulo de PROCESO y un dispositivo muy frecuentemente utilizado que es una computadora PC por lo que se puede pensar en su uso a pesar de que siempre se tiene la inquietud de demostrar la capacidad creativa personal, pero un Ingeniero debe ser objetivo y analítico, buscando siempre cumplir en la forma más adecuada de acuerdo a la metodología de la Ingeniería y así se llega a la siguiente propuesta de solución que consiste en el uso de una computadora PC.

Las ventajas se enlistan a continuación:

Ya se cuenta con la fuente de poder, un gabinete adecuado, la unidad de diskettes, el controlador de dicha unidad, un reloj permanente, un microprocesador, y además de la posibilidad de programación en lenguaje de alto nivel.

También se tiene que dados los precios actuales de las computadoras, es mucho más económico el implementar una computadora aún sobrada, que el diseñar, construir, e implementar un controlador expreso.

Además, con el uso de una pantalla en la computadora (que pudo haber sido omitida pues no fue requerimiento inicial) se presenta la posibilidad de supervisar la operación de las cuatro máquinas en un solo punto, que si bien no fue solicitado por el cliente, le representa una ventaja innegable. Otras ventajas adicionales son la posibilidad de contar con mantenimiento de al menos una gran parte del sistema (la computadora) por parte de muchos centros de servicio, lo cual beneficia al cliente en el sentido de no depender de los diseñadores del controlador.

La rapidez con que se podría instalar la solución al cliente, representa una ventaja que también debe ser tomada muy en cuenta, no es lo mismo resolver el problema en tres meses por el diseño, desarrollo, construcción de prototipos, prueba, depuración, diseño de circuitos

## ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

---

impresos, fabricación de gabinetes, e implementación final, que el sólo resolver el problema de las interfaces por lo que al módulo de PROCESO se refiere.

Se encuentran como desventajas de esta opción:

Contiene más elementos que los estrictamente necesarios para la solución del problema y no resuelve el problema de las interfaces necesarias para las entradas y salidas, aunque abre toda una gama de posibilidades.

Así pues, se encuentra que esta alternativa es mejor que las anteriores, pero faltan por resolver los problemas de las interfaces de entrada y salida, y de los módulos externos al proceso.

Con base en los requerimientos de los módulos externos, se deberán determinar los requerimientos de las interfaces de entrada y salida, que en aras de la simplificación se tratarán como un sólo módulo.

Por el lado de las entradas, se necesita una interface con capacidad de hasta 20 líneas de entradas para las señales generadas, primero se debe definir qué estándares deben de seguir dichas señales. Dadas las condiciones de distancia que se encontraron durante el estudio del problema y el ambiente donde se instalará el sistema, es evidente que no se puede hablar de señales tipo TTL, pues bajo esas condiciones, son muy susceptibles a ruidos e interferencias, y no tendrían la menor confiabilidad. Buscando resolver este problema se encuentra el estandar RS-232 que precisamente salva estas limitaciones (hablando en cuanto a la distancia e inmunidad al ruido), sin embargo, aunque ésta podría ser una solución, se deben buscar otras posibilidades. Existen otros varios estándares de transmisión de datos (señales) similares al RS-232 tales como el RS-485 y el RS-422, que implican prácticamente las mismas ventajas con algunas pocas diferencias, también existen otros medios como el de las fibras ópticas que por su novedad y bondades atraen inmediatamente, pero son poco conocidas y representan desventajas en cuanto a mantenimiento, y en cuanto a la facilidad de adquisición de sus accesorios. Así pues, teniendo en mente la necesidad de mantener la mayor sencillez posible, se siguen buscando otras alternativas y se llega a la opción de transmisión de señales por bucle de corriente. Esta opción tiene grandes ventajas en cuanto a distancias de transmisión, además de ser inmune al ruido. Tiene una ventaja muy grande sobre el estandar RS-232 y es que para dicho estándar es necesario contar con una fuente de poder de dos voltajes, en cambio, para el bucle de corriente, se puede usar una sola fuente de voltaje que puede ser la misma que se utilice en el módulo de PROCESO. Además, con el uso de la configuración y componentes adecuadas, permite tener un aislamiento eléctrico de las máquinas monitoreadas, cosa muy importante por el factor seguridad. Tiene tantas ventajas el bucle de corriente que no en vano ha sido muy usado durante mucho tiempo en la transmisión de señales y de datos. El ya veterano teletipo lo utilizó como su estandar durante muchos años, donde demostró su confiabilidad y efectividad. No se puede evitar el sentir cierta decepción al no poder "justificar" el uso de fibras ópticas o algún medio más nuevo, pero manteniendo la objetividad se toma la decisión de usar bucle de corriente.

## ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Con esto quedan definidos los requerimientos de las señales de entrada, ahora se pasa al estudio de las señales de salida que son las que van hacia los displays y hacia los inhibidores.

Todo lo expuesto referente a las alternativas de las señales de entrada, se aplica por igual a las señales de salida. Y aunque el uso de la computadora presenta la opción de utilizar tarjetas interfaces seriales del estandar RS-232 para comunicarse con cada display, la necesidad de siempre buscar otras propuestas de solución al respecto lleva a intentar simplificar y en vez de una interface por cada display, aparece la opción de usar un "Bus" común de datos para los cuatro displays, asignándole una dirección a cada uno.

Es ahora el momento de estudiar la viabilidad de esta opción, realizando la selección de dichos displays primero.

Hablando de displays, existe una gran variedad de tipos y de modelos, pero recordando que deben de ser disponibles en el mercado nacional, en vez de seleccionarlo de alguno de los muchos catálogos existentes, es prudente investigar en las tiendas electrónicas reconocidas, cual línea se maneja en forma más común, y de esa línea, cuáles son los modelos de los que se tiene existencia prácticamente constante. La línea más popular es la de los displays "AND", principalmente del tipo de cristal líquido.

Estudiando su catálogo, se ve que casi toda la familia tiene características eléctricas y lógicas muy similares entre sí, y lo más importante en nuestro caso, que sí es factible la idea de tener un "Bus" común para los cuatro displays. Así pues, se selecciona un display con dos líneas de 16 caracteres cada una. A continuación se muestra una tabla de las conexiones del display, y para mayor información, se han incluido todas sus características en el Apéndice "A".

CONTACTO	SERIAL	FUNCION
1	GND	0 V
2	VDD	5 V
3	Vo	CONTRASTE
4	RB	'H' ENTRADA DE DATOS 'L' ENTRADA DE COMANDOS
6	R/W	'H' MODO DE LECTURA 'L' MODO DE ESCRITURA
8	E	SERIAL DE ENABLE
7	DB0	
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	

**Tabla 2.1 Conexiones del Display**

## ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

---

De la lectura de sus especificaciones de programación se puede ver que recibe la información a desplegar en códigos ASCII, y que cuenta con una modalidad en la cual sólo son necesarios cuatro bits de datos para su uso, y aunque representa el tener que enviar dos paquetes de información de cuatro bits en vez de uno solo de ocho bits a la vez, se toma en cuenta la posibilidad del uso de esa modalidad, ya que los tiempos de transmisión como se ven en sus especificaciones son prácticamente despreciables en relación a los tiempos involucrados en los eventos que se van a medir.

El Bus común estaría formado por las ocho señales de datos, la señal "RS" y la señal "R/W", es decir, diez señales, que sumadas a las cuatro de "E" (una por cada Branson), suman un total de catorce.

Ahora se pasa al análisis de la comunicación entre el módulo de PROCESO y los inhibidores. La misma discusión anterior referente al tipo de señales aplica aquí, y se determina utilizar bucles de corriente. Como se requiere de un inhibidor por cada máquina, se tiene un requerimiento total de cuatro líneas para los inhibidores.

Así pues, para esta propuesta de solución que se está estudiando, los requerimientos de la interface ya están dados y se resumen en 20 líneas de entrada y 18 de salida (con señales de bucle de corriente todas ellas).

Como no existe en el mercado tal interface (que es lo primero que se debe de buscar por simplificación y economía), se propone su diseño de la siguiente forma:

La computadora PC cuenta con conectores libres (slots) que aceptan tarjetas de múltiples tipos. Las señales que llegan a cada conector de cada slot están bien definidas y son iguales en todas las computadoras de un mismo tipo. De la lectura de su manual técnico o de alguno de los muchos libros que las describen se pueden conocer las señales, su función y las restricciones aplicables, así mismo se puede saber de las direcciones de puertos de Entrada/Salida que no se usan y están libres, y de las que sí se usan y cual es su destino. Una vez más, se debe de tomar en cuenta cuáles componentes en el mercado son disponibles, para diseñar si es posible alrededor de ellos.

Es así como se llega a la consideración de utilizar el circuito 8255 del cual se adjuntan especificaciones en el Apéndice "A".

Con este circuito es posible llegar a tener hasta 24 líneas programables que pueden ser entradas o salidas de acuerdo con su modo de programación.

El diseño de dicha interface sería muy sencillo, sólo se requiere de un decodificador de la dirección seleccionada y el 8255, sin embargo, con un solo 8255 no bastaría, se necesitarían dos de ellos al menos, por lo cual sería conveniente utilizar compuertas buffers de tres estados como se indica en la figura II.4, donde por simplicidad sólo se muestra un 8255.

# ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

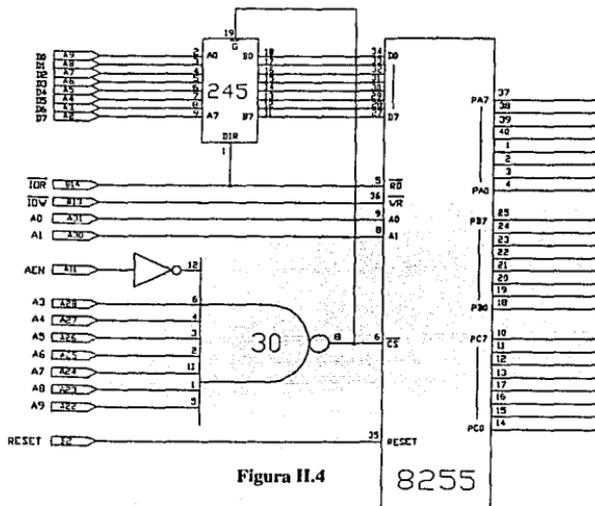


Figura II.4

En el siguiente paso del estudio, se encuentra la pregunta forzosa: ¿No se podría ahorrar el segundo 8255 utilizando multiplexores que son pequeños y económicos?, la respuesta está a la vista y es afirmativa. Así se llega a la Figura. II.5, donde se reciben cinco líneas de señal de cada una de las cuatro máquinas Branson, pasan por multiplexores (de momento cajas negras) y llegan así al 8255. Con este enfoque es necesario contar con dos líneas de direccionamiento las cuales serán llamadas A y B por mantener congruencia con los multiplexores utilizados.

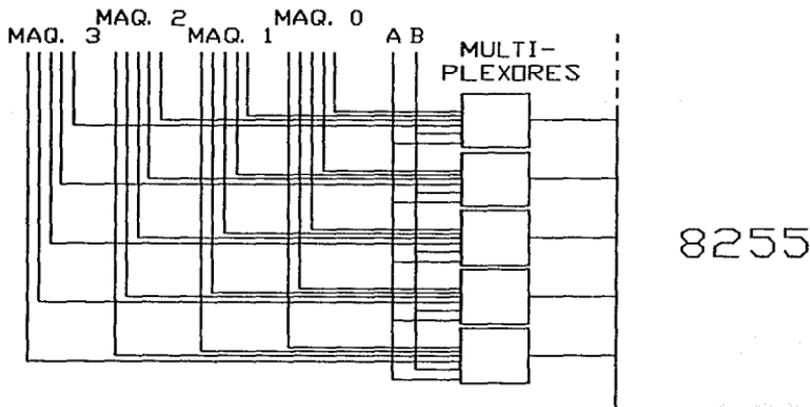


Figura II.5

## ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Ahora bien, si se analiza cuidadosamente la Figura. II.4, se puede ver que es muy parecida a un módulo también muy usado dentro de las computadoras que es la interface paralela, de la cual se presentan sus señales en la siguiente tabla.

CONTACTO	NOMBRE	DIRECCION	USO
1	STROBE	S	INDICA QUE LOS DATOS EN LAS LINEAS DE DATOS TIENEN INFORMACION VALIDA
2	DATA 0	S	BIT 0 DEL DATO
3	DATA 1	S	BIT 1 DEL DATO
4	DATA 2	S	BIT 2 DEL DATO
5	DATA 3	S	BIT 3 DEL DATO
6	DATA 4	S	BIT 4 DEL DATO
7	DATA 5	S	BIT 5 DEL DATO
8	DATA 6	S	BIT 6 DEL DATO
9	DATA 7	S	BIT 7 DEL DATO
10	ACKNLG	E	PARA INDICAR QUE EL DATO HA SIDO RECIBIDO
11	BUSY	E	PARA INDICAR QUE EL DISPOSITIVO EXTERNO NO PUEDE RECIBIR MAS DATOS
12	PEND	E	PARA INDICAR QUE EL DISPOSITIVO EXTERNO NO TIENE PAPEL
13	SELECT	E	INDICA QUE EL DISPOSITIVO EXTERNO NO HA SIDO SELECCIONADO
14	AUTO FEED	S	PARA CONTROLAR UNA DOBLE ALIMENTACION DE LINEA
15	ERROR	E	INDICA CONDICION DE ERROR EN EL DISPOSITIVO EXTERNO
16	INIT	S	PARA REINICIAR EL DISPOSITIVO EXTERNO
17	SELECT	S	PARA PERMITIRLE AL DISPOSITIVO EXTERNO RECIBIR DATOS
18-25	GND		TIERRA

**Tabla 2.2**

Se puede ver que la interface paralela estándar tiene menos líneas que las que se necesitan y que han sido mostradas en figuras anteriores, en realidad cuenta con 12 líneas de salida y 5 de entrada, sin embargo se realiza otro estudio más para ver si se puede simplificar aún más y utilizar menos líneas.

Se puede seguir pensando en el uso de los multiplexores, de acuerdo a la Figura. II.6, ignorando el 8255, de ahí se tiene la necesidad de usar 5 líneas de entrada para las señales a monitorear, y 2 de salida para la dirección de los multiplexores.

Falta estudiar el caso de las señales necesarias para los displays y los inhibidores. De hecho, como debe de ir un display en cada máquina, lo mismo que los inhibidores, se podría pensar en un sólo módulo que contenga a ambos para simplificar. Así pues, dicho módulo debe de contar con convertidores de bucle de corriente a niveles TTL, con un display y un inhibidor.

## ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Como se habla de economizar en líneas, se decide utilizar el método de transmisión de datos a los displays de cuatro bits que ya se había mencionado anteriormente, y como primera propuesta lógica se tiene la mostrada en la Figura. II.6.

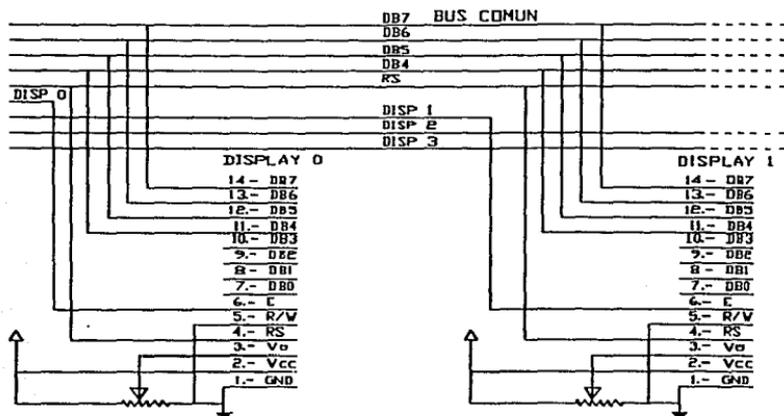


Figura II.6

Aunque ya se dijo que se utilizará la transmisión de señales por el método de bucle de corriente, por sencillez y claridad, en la Figura. anterior no se muestran los convertidores de corriente a señales nivel TTL. Se puede notar que el Bus común esta formado por las señales de los cuatro Datos, y la señal de Register Select "RS" que son las mínimas indispensables para un correcto manejo del display. Cabe indicar que los displays tienen la capacidad de indicar su estado a través de su bus de datos que es bidireccional por medio de la señal "R/W" Read/Write, sin embargo, es posible ignorarlo siempre y cuando se eviten conflictos dándole al display suficiente tiempo entre grupos de datos para su procesamiento, y así la señal "R/W" se conecta permanentemente a tierra para seleccionar sólo escritura.

En este caso se utiliza una línea para cada señal de Enable "E" de cada display. Hasta aquí, son necesarias 9 líneas de salida de la interface.

Pensando ahora en los inhibidores, y siguiendo el mismo método que para los displays en la figura anterior, se llega a la Figura. II.7 donde sólo se añadieron 4 líneas para los cuatro inhibidores.

# ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

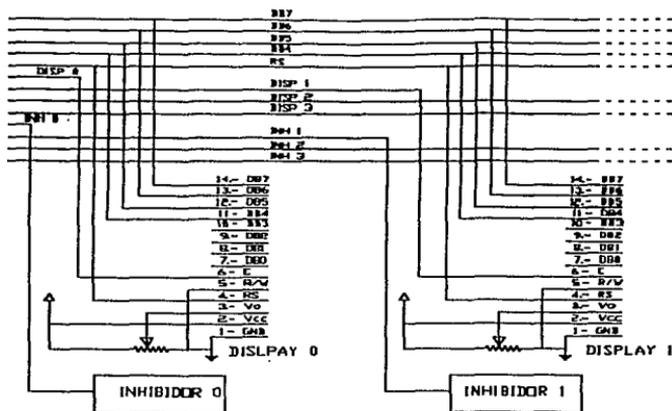


Figura II.7

Aquí se muestra la necesidad de 13 líneas de salida de la interface y siendo que en la interfaz paralela estándar sólo se cuenta con 12, se encuentra un problema aún sin considerar las dos líneas de salida necesarias para la dirección de los multiplexores.

Una posible solución sería la de poner multiplexores a las líneas de salida de la interface, pero es evidente que la programación se complicaría más, en cambio, otra posible solución sería la de utilizar las mismas líneas de dirección de los multiplexores de la Figura. II.6 como dirección de los displays como se muestra en la figura. II.8.

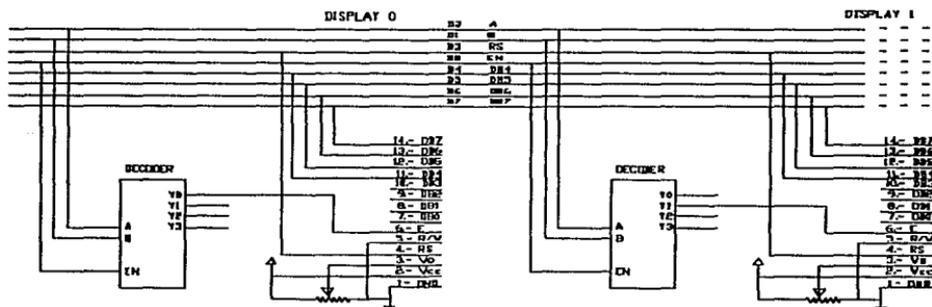


Figura II.8

## ANALISIS DEL PROBLEMA Y BUSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCION

Se puede ver que sólo es necesario añadir un decodificador, que por el momento se representa como una caja negra para facilitar el desarrollo. Fácilmente se puede ver que añadiendo una línea de dirección más se podrían direccionar los inhibidores con el mismo método como se direccionan los displays, ya que no hay necesidad de direccionar simultáneamente a un display y a un inhibidor, así se llega a la Figura. II.9.

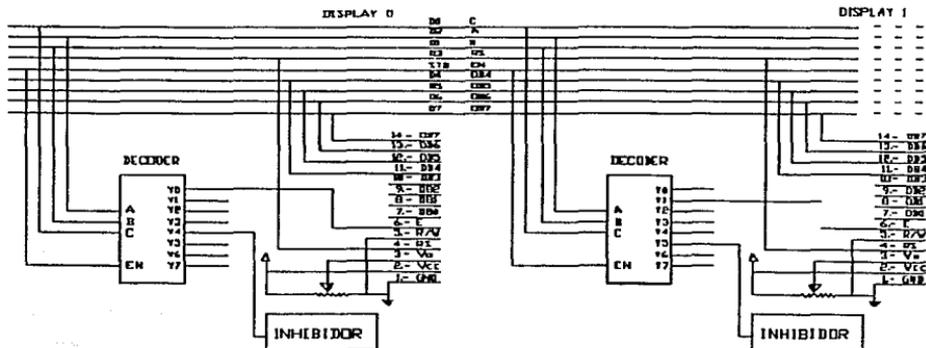


Figura II.9

Aquí se ve que sólo son necesarias nueve líneas de salida de la interface, dos de las cuales son comunes con las utilizadas para el monitoreo de las señales, así pues, en total se tienen requerimientos por cinco señales de entrada y nueve de salida, las cuales sí podrían ser proporcionadas por una interface paralela estándar.

Ahora bien, si se toma en cuenta que dentro de la gran variedad de tarjetas interfaces que existen para las computadoras hay una que contiene tanto la interface para el monitor de la computadora (que sí se va a usar) como una interface paralela y que es de bajo precio, es obvio que se puede ahorrar tiempo y dinero utilizando dicha interface.

Así pues, finalmente se llega a que la solución podría tener la configuración de la figura II.10.

## ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

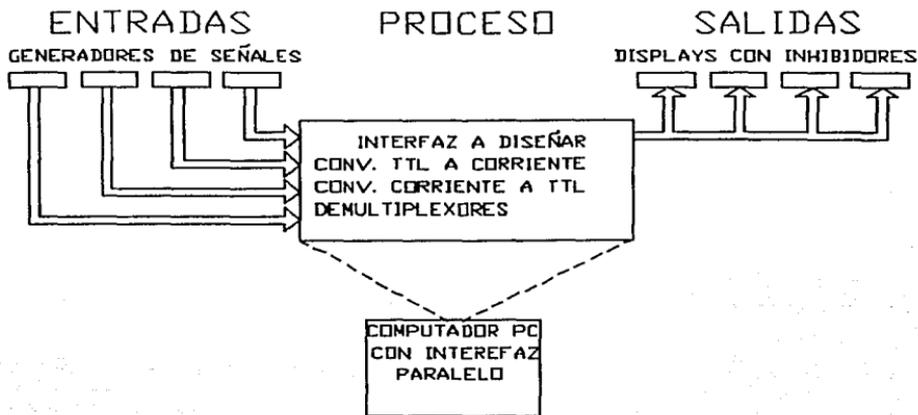


Figura II.10

De esta forma se ha minimizado la labor de diseño electrónico con su consecuente ahorro en economía y en tiempo, incrementando a la vez la mantenibilidad del sistema, y su fiabilidad pues son las características inherentes a las computadoras PC.

Sólo falta el desarrollo de software, el diseño electrónico de los módulos de adquisición de datos y de Display con inhibidor, además de la etapa de multiplexores y de convertidores de niveles TTL a bucle de corriente y a la inversa por lo que a la interface se refiere.

## **CAPITULO III**

# **DISEÑO ELECTRONICO Y DESA-- RROLLO DE SOFTWARE**

## 3.1 Diseño del circuito de adquisición de datos

Al principio del Captulo II se mostraron los requerimientos necesarios para la función Obtención de señales a monitorear, aquí se repiten y se hace el diseño electrónico correspondiente.

- Obtener una señal que indique si la presión neumática esta por debajo de un límite preestablecido por el operador.

Esta señal debe ser obtenida por un transductor de presión. A esta señal se le llamará parámetro uno. En este punto sólo fue necesario asegurarse que el presostato ajustable seleccionado estuviera disponible en el mercado. Este dispositivo se comporta como un interruptor de un polo un tiro que cuando la presión esta correcta, el interruptor esta cerrado, y cuando se baja del límite para el cuál está ajustado, el interruptor esta abierto.

Por estar el presostato eléctricamente aislado de la máquina, la conexión hacia la computadora es directa, sin embargo, por la discusión al respecto de la sensibilidad al ruido y respecto del tipo de transmisión a usar, esta señal también debe de ser del tipo de bucle de corriente. Su diagrama electrónico se muestra en la Figura III.1

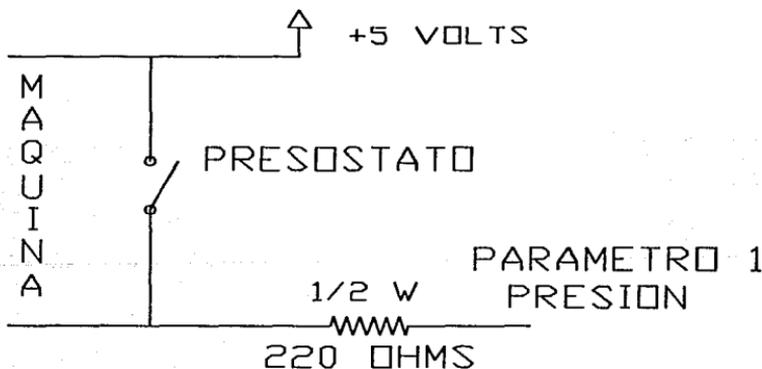


Figura III.1

- Obtener una señal que con su cambio de estado indique si la máquina en cuestión está generando ultrasonido o no (soldando o no soldando).

Esta señal tuvo que obtenerse de la electrónica interna de la máquina Branson la cual, para generar ultrasonido, acciona un relevador de 58 Volts de corriente alterna que cuenta

con varios polos de dos tiros. A esta señal se le llamará parámetro dos. Lo ideal sería tomar la señal de uno de los contactos del relevador que no se utilizaran en la máquina, ya que así se permanecería además aislado eléctricamente de ella. Esto desafortunadamente no fue posible, ya que todos los contactos se utilizan internamente. Sin embargo, tomando únicamente 20 mA. de la alimentación de dicho relevador, fue posible monitorear la generación de ultrasonido y mantenerse eléctricamente aislado como se muestra en la Figura III.2.

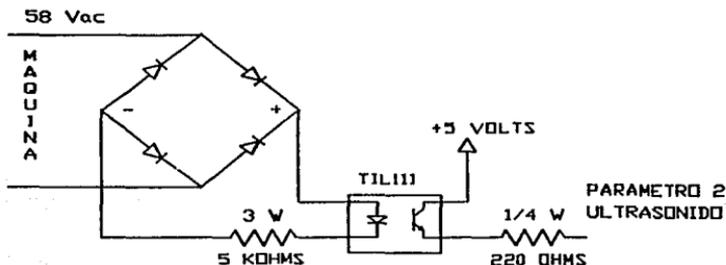


Figura III.2

- Obtener una señal que indique la posición del dispositivo ultrasónico, (Horn) esta en su posición de operación (abajo) o si esta en su posición de descanso (arriba).

Esta señal se obtiene por conveniencia, de un dispositivo óptico consistente en un diodo emisor infrarrojo y su pareja, un fototransistor. A esta señal se le llamará parámetro tres. De nuevo, el dispositivo disponible en el mercado fue el seleccionado, y sus características aparecen en el Apéndice "A". Para esto, en la parte interna del Horn que se mueve, se colocó un elemento mecánico que entra en la ranura del detector de luz cuando el Horn baja, permitiéndole así conocer su posición. El paso de luz se convierte en la señal de corriente por medio del circuito mostrado en la Figura III.3.

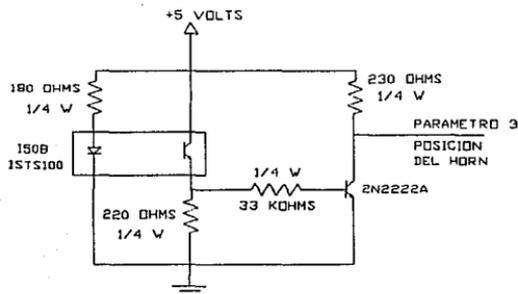


Figura III.3

- Obtener dos señales que indiquen la selección respecto al tipo de producto a trabajar. Al llegar a este punto en el desarrollo, el cliente solicitó que se descartara esta opción, ya que decidieron no maquilar ningún otro producto en su fábrica.

Así se llega al diseño del módulo de señales que debe quedar contenido en un gabinete lo más pequeño posible.

Para la interconexión de los módulos de señales con la computadora, se utilizan también componentes de fácil adquisición, decidiéndose por conectores de 26 contactos (dos hileras de 13 contactos), y utilizando cable plano de 26 vías. La asignación de contactos a cada una de las señales se muestra en la siguiente tabla:

CONTACTO/SEÑAL		CONTACTO/SEÑAL	
1A	SEÑAL 1 MAQUINA 1	1B	SEÑAL 1 MAQUINA 3
2A	SEÑAL 2 MAQUINA 1	2B	SEÑAL 2 MAQUINA 3
3A	SEÑAL 3 MAQUINA 1	3B	SEÑAL 3 MAQUINA 3
4A	SEÑAL 4 MAQUINA 1	4B	SEÑAL 4 MAQUINA 3
5A	SEÑAL 5 MAQUINA 1	5B	SEÑAL 5 MAQUINA 3
6A	SEÑAL 1 MAQUINA 2	6B	SEÑAL 1 MAQUINA 4
7A	SEÑAL 2 MAQUINA 2	7B	SEÑAL 2 MAQUINA 4
8A	SEÑAL 3 MAQUINA 2	8B	SEÑAL 3 MAQUINA 4
9A	SEÑAL 4 MAQUINA 2	9B	SEÑAL 4 MAQUINA 4
10A	SEÑAL 5 MAQUINA 2	10B	SEÑAL 5 MAQUINA 4
11A	+5 VOLTS	11B	+5 VOLTS
12A	SIN USO	12B	SIN USO
13A	TIERRA	13B	TIERRA

Tabla 3.1

De esta forma, cada módulo de señales se conecta al cable plano utilizando 2 contactos para la Tierra, 2 para los +5 Volts, y 5 para las señales correspondientes a la máquina respecto a la cual está generando las señales.

## 3.2 Diseño del circuito de despliegue de información con inhibidor

Retomando la Figura II.10, lo que se necesita para diseñar este módulo es substituir las cajas negras del decodificador y del inhibidor por sus circuitos electrónicos correspondientes, y añadir los convertidores de corriente a voltaje.

En lo referente al decodificador, ya se tiene su especificación más importante que es la de demultiplexar de tres a una de ocho señales, se debe de buscar también que las salidas sean negadas para poder conectarlas directamente al exhibidor. Buscando en el catálogo de circuitos integrados se encuentra al circuito 74LS138 que además cuenta con tres diferentes señales para manejar su "enable". Así pues se sustituye su caja negra correspondiente y se pasa ahora a la parte de los inhibidores.

Para poder operar la máquina soldadora, es necesario que el operador presione dos botones alejados, por lo cual debe de utilizar una mano en cada uno por motivos de seguridad. El dispositivo inhibidor se podría conectar a una de esas dos señales correspondientes a los interruptores para desconectarla, inhibiendo así el funcionamiento de la máquina, de un modo seguro y confiable.

Si además se quiere mantener el aislamiento eléctrico con las máquinas, para interrumpir dicha señal de debe utilizar un relevador. Para evitar consumo de corriente innecesario, se utilizan los contactos normalmente cerrados de un relevador para que sólo cuando se actúe se consuma la corriente y se inhiba la operación de la máquina, condición que teóricamente es esporádica bajo una situación normal. Para que dicho relevador funcione en forma continua bajo el "disparo" de un pulso de accionamiento dada su selección por las líneas de direccionamiento, es necesario un "latch" que podría ser un "flip-flop" para que así el pulso lo accionara, y permaneciera accionado hasta que el operador actúe un interruptor que reestablece el flip-flop, lo cual a su vez desenergiza el relevador, reestableciendo la operabilidad de la máquina. Aunque sólo se necesita un flip-flop por módulo, el circuito 74LS74 que es muy popular, económico y de fácil adquisición aparece como un fuerte candidato para realizar la función aunque cuente con dos flip-flops. Dado que este circuito no puede manejar la corriente necesaria para actuar el relevador, se utilizará además un transistor.

Para la selección del transistor se debe primero seleccionar el relevador ya que es el que determina las características que debe de tener el transistor.

Se localizó en el mercado un relevador de un polo dos tiros con las características adecuadas como se muestran en el apéndice "A" que se maneja con un nivel de 5 Volts, lo que lo hace idóneo para esta aplicación. Su uso garantiza además la disponibilidad como refacción de esta parte. Dadas sus especificaciones, se selecciona ahora un transistor muy popular que es el 2N2222A, cuyas características rebasan las necesidades, cubriendo así el factor seguridad.

Aunque por la sencillez se tiene un módulo confiable, se debe de prever lo que podría pasar por algún malfuncionamiento de alguno de los componentes que intervienen en el sistema. En un caso de falla, lo peor que podría suceder es que se inhiba incorrectamente la

operación de una máquina, situación que podría ser catastrófica en la producción de la fábrica. Para un caso así, se colocan además interruptores de "anulación" entre los puntos donde se abrió la conexión del interruptor normal de operación, para que sólo personal autorizado los active cuando detecte una anomalía en el sistema, permitiendo así que las otras máquinas continúen bajo monitoreo y la máquina que incorrectamente se deshabilita permanezca en función a pesar de la falla. Una falla de este tipo podría darse cuando los contactos normalmente cerrados del relevador presentarían un falso contacto o quedarán permanentemente abiertos.

Por lo que respecta a los convertidores de corriente a niveles TTL, se utilizan los circuitos TL111 en la configuración adecuada.

Se tiene entonces que el diseño tanto de la parte del exhibidor como de la parte del inhibidor quedan como se muestra en la Figura III.4

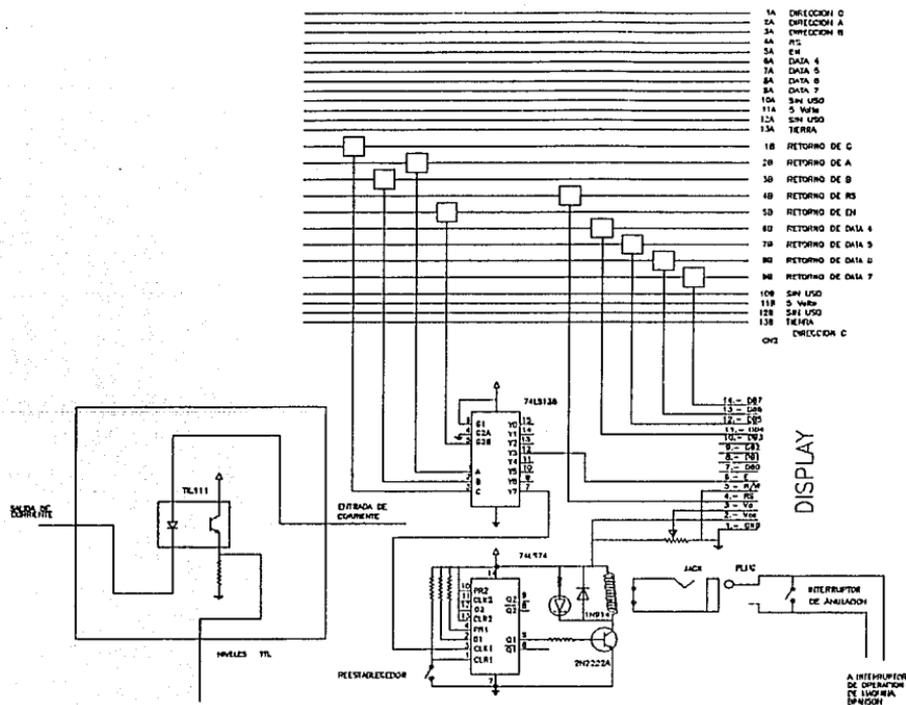


Figura III.4

Por convención propia, la dirección de cada display esta dada por la conexión opcional de alguna de las salidas desde Y0 hasta Y3 del decodificador, hacia la línea de Enable del display, y la dirección del inhibidor correspondiente deberá ser la misma del display después de sumarle cuatro, así se tiene la siguiente tabla:

MAQUINA	DIRECCION DISPLAY	DIRECCION INHIBIDOR
0	Y0	Y4
1	Y1	Y5
2	Y2	Y6
3	Y3	Y7

Tabla 3.2

Así pues, fuera de las conexiones opcionales referentes a las direcciones del display y del inhibidor, todos los módulos son iguales e intercambiables.

Este módulo deberá quedar contenido en un gabinete que será puesto en cada una de las máquinas, con su exhibidor cómodamente visible, con el interruptor de reestablecimiento accesible al operador, y por facilidad de intercambio, con las conexiones del relevador a un conector del tipo plug.

Al igual que para los módulos de señales, para la interconexión de los módulos de exhibición entre si y con el computador, se utilizarán también componentes de fácil adquisición, decidiéndose por lo mismos conectores de 26 contactos (dos hileras de 13 contactos), y utilizando el mismo cable plano de 26 vías. La asignación de contactos a cada una de las señales se muestra en la tabla 3.3.

Se ha llegado al diseño del módulo del exhibidor, que con todas las simplificaciones y consideraciones anteriores se reduce a su mínima expresión en un diseño compacto, sencillo, confiable y funcional.

### 3.3 Diseño de la interface

Aunque con base en el desarrollo de la solución ya se tiene una buena idea de cómo debe de quedar la interface, primero se hace un diagrama a bloques, tal como se presenta en la Figura III.5.

Como convertidores de corriente a niveles TTL, se utilizarán también los circuitos TTL111. Para la conversión de niveles TTL a corriente, y dado que sólo se van a utilizar 20 mA, se utilizarán transistores 2N2222A.

CONTACTO / SEÑAL	CONTACTO / SEÑAL
1A DIRECCION C	1B RETORNO DE C
2A DIRECCION A	2B RETORNO DE A
3A DIRECCION B	3B RETORNO DE B
4A SEÑAL RS	4B RETORNO DE RS
5A SEÑAL EN	5B RETORNO DE EN
6A SEÑAL DATA 4	6B RETORNO DE DATA 4
7A SEÑAL DATA 5	7B RETORNO DE DATA 5
8A SEÑAL DATA 6	8B RETORNO DE DATA 6
9A SEÑAL DATA 7	9B RETORNO DE DATA 7
10A SIN USO	10B SIN USO
11A +5 VOLTS	11B +5 VOLTS
12A SIN USO	12B SIN USO
13A TIERRA	13B TIERRA

Tabla 3.3

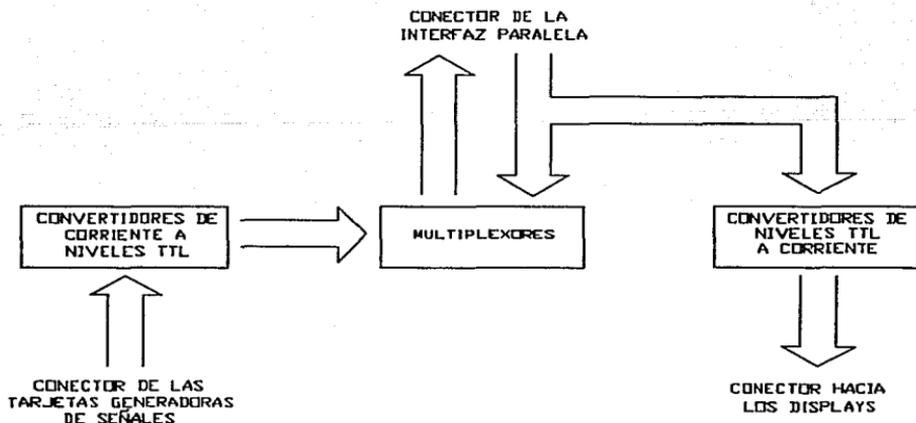


Figura III.5

Se debe de realizar la selección de los multiplexores dado el requerimiento de multiplexión de cuatro señales a una. De nuevo, se busca en el catálogo TTL, y se encuentra el circuito 74LS153 que cuenta con dos de estos multiplexores por cada circuito integrado.

Con base en el diagrama de bloques se puede ver que dos de las señales de salida de la interface paralela se deberán utilizar para el direccionamiento en tres circuitos multiplexores, además de un transistor para el bus de datos de los exhibidores. Esto representa una carga considerable a dichas líneas, por lo que se utilizará un inversor como buffer para no sobrecargar a la interface paralela.

La interface paralela tiene como salida un conector DB25, así que para interconectar dicha interface paralela con la interface del sistema, se utilizará un conector DB25 para cable plano que se conectará a la interface paralela, y en el otro extremo del cable se utilizará un conector de 26 contactos (dos hileras de 13 contactos), por lo que la asignación de contactos queda forzada por el cable, y es mostrada en la siguiente tabla:

CONTACTO / SEÑAL	CONTACTO / SEÑAL
1A STROBE	1B AUTO-FEED
2A DATA 0	2B ERROR
3A DATA 1	3B INIT
4A DATA 2	4B SELECT
5A DATA 3	5B TIERRA
6A DATA 4	6B TIERRA
7A DATA 5	7B TIERRA
8A DATA 6	8B TIERRA
9A DATA 7	9B TIERRA
10A ACKNLG	10B TIERRA
11A BUSY	11B TIERRA
12A PEND	12B TIERRA
13A SELECT	13B SIN USO

Tabla 3.4

Tomando en cuenta todo lo anterior, y considerando las tablas de contactos ya presentadas, la interface queda como se muestra en la Figura III.6 y en la Figura III.7, se muestra un diagrama completo de todo el sistema.

# INTERFACE

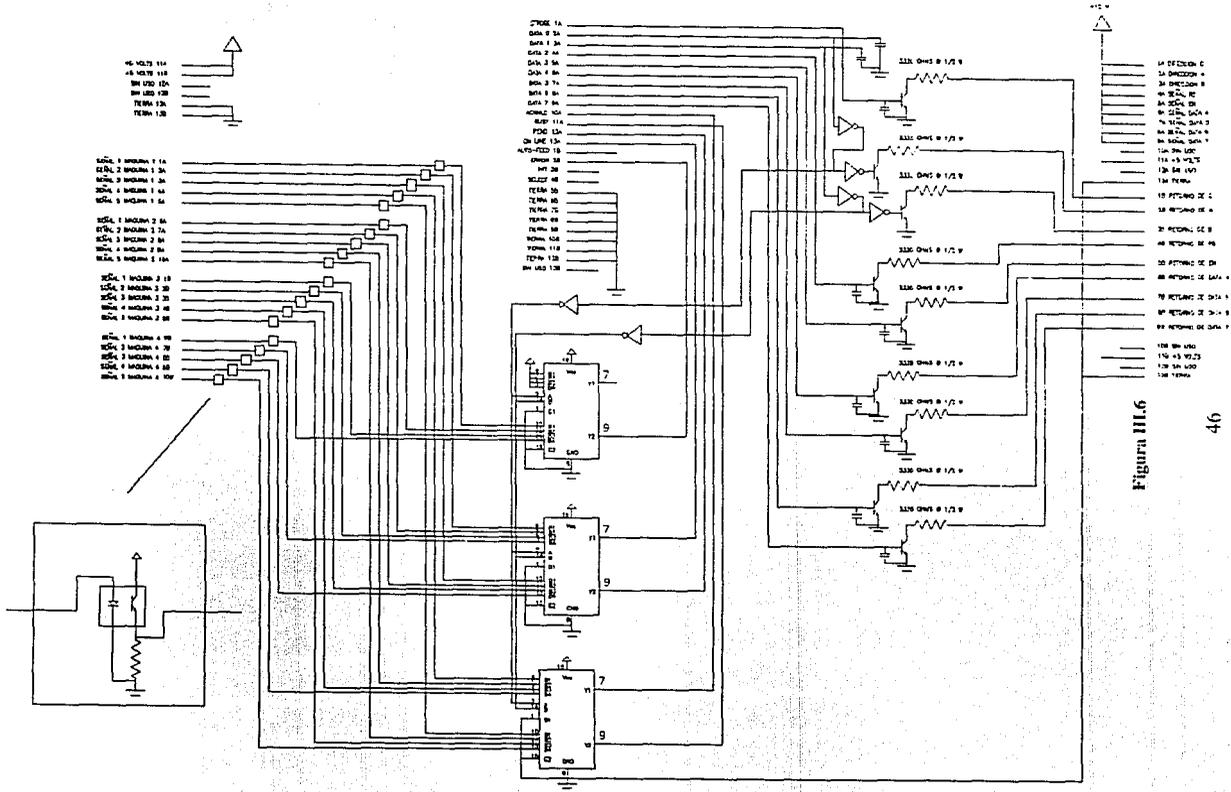
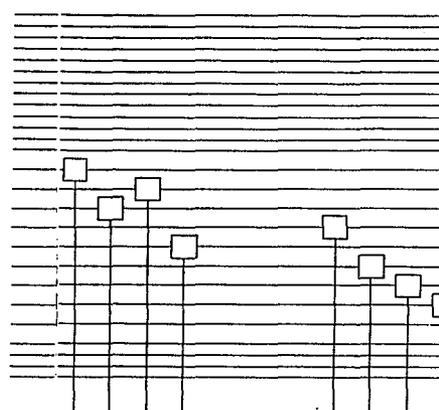
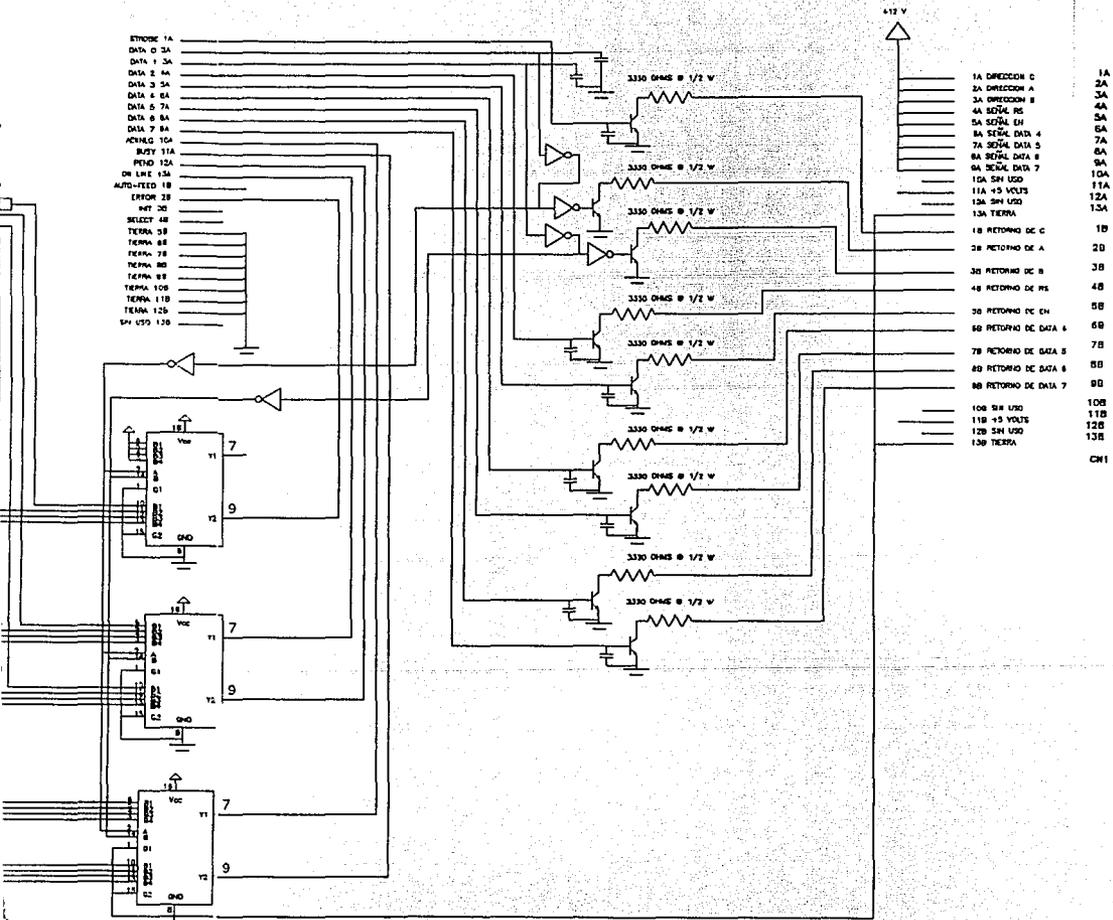


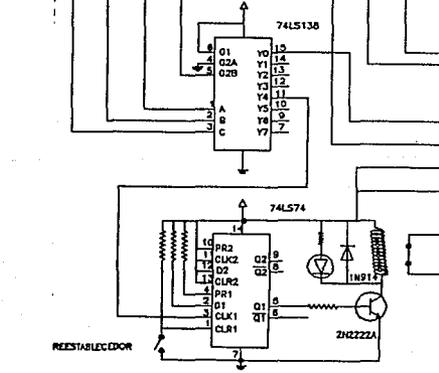
Figura III.6



# INTERFACE



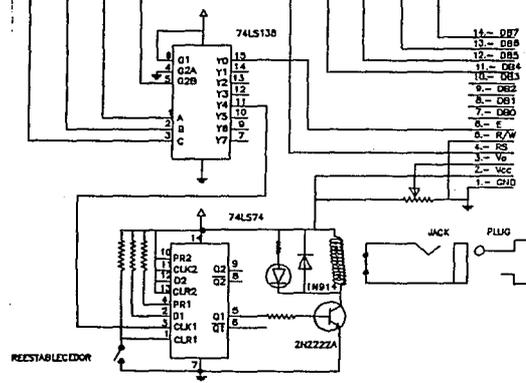
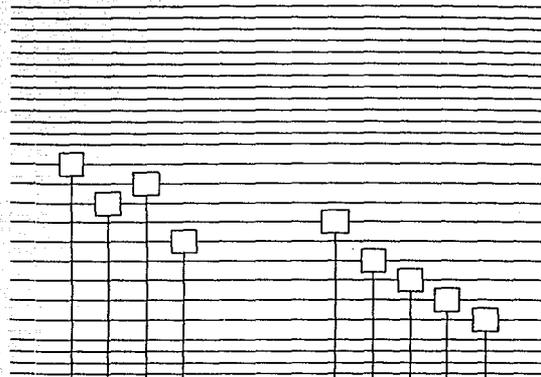
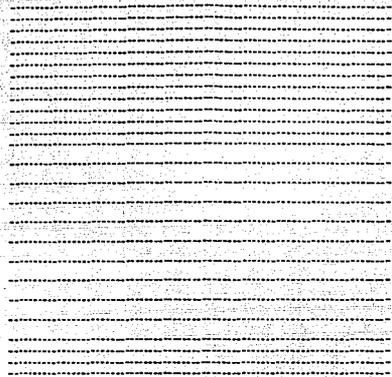
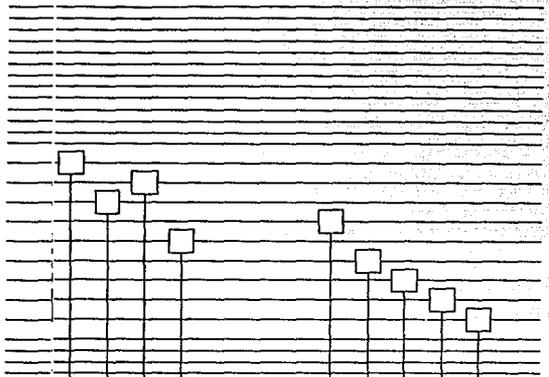
# MAQUINA UNO



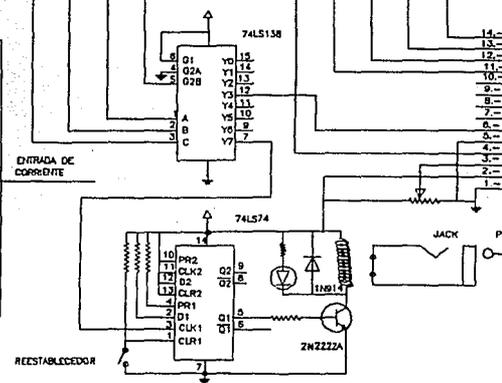
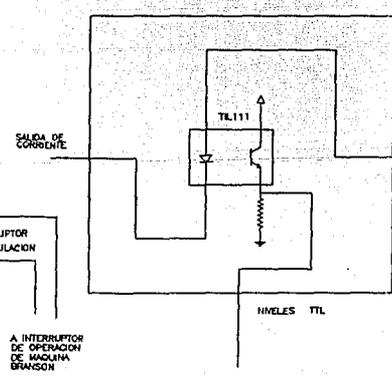
# MAQUINA UNO

# MAQUINAS DOS Y TRES

# MAQUINA CUATRO



DISPLAY



REESTABLECEDOR

REESTABLECEDOR

A. INTERRUPTOR DE OPERACION DE MAQUINA BRANSON

INTERRUPTOR DE ANULACION

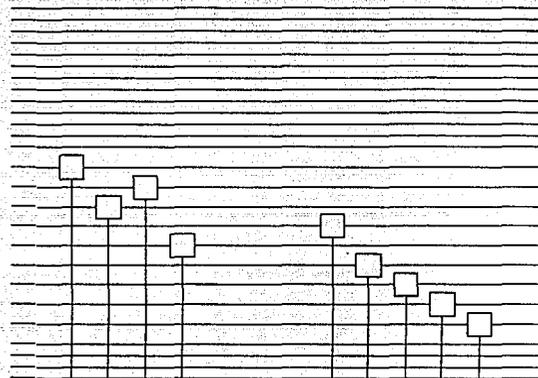
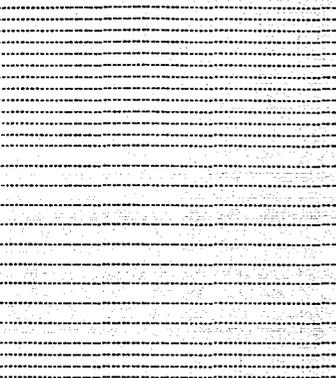
SALIDA DE CORRIENTE

ENTRADA DE CORRIENTE

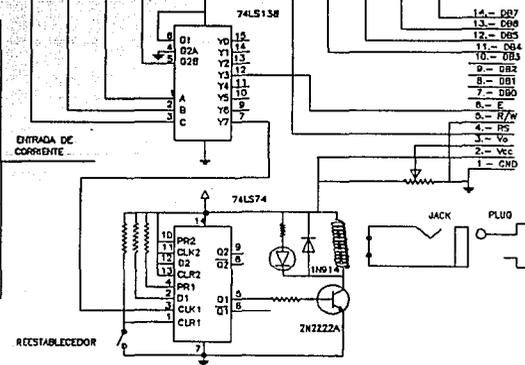
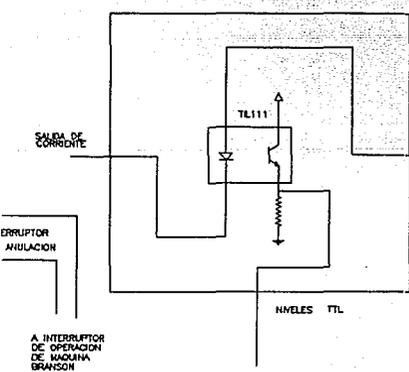
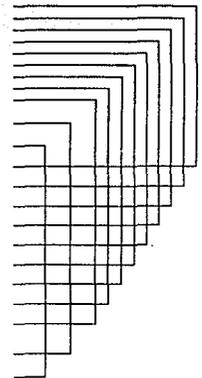
NIVELES TTL

# MAQUINAS DOS Y TRES

# MAQUINA CUATRO

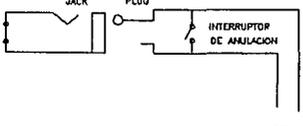


- 1A DIRECCION C
- 2A DIRECCION A
- 3A DIRECCION B
- 4A RS
- 5A EN
- 6A DATA 4
- 7A DATA 5
- 8A DATA 6
- 9A DATA 7
- 10A SIN USO
- 11A 5 VOLT
- 12A SIN USO
- 13A TIERRA
- 1B RETORNO DE C
- 2B RETORNO DE A
- 3B RETORNO DE B
- 4B RETORNO DE RS
- 5B RETORNO DE EN
- 6B RETORNO DE DATA 4
- 7B RETORNO DE DATA 5
- 8B RETORNO DE DATA 6
- 9B RETORNO DE DATA 7
- 10B SIN USO
- 11B 5 VOLT
- 12B SIN USO
- 13B TIERRA
- CH2 DIRECCION C



- 14 - DB7
- 13 - DB6
- 12 - DB5
- 11 - DB4
- 10 - DB3
- 9 - DB2
- 8 - DB1
- 7 - DB0
- 6 - E
- 5 - R/W
- 4 - RS
- 3 - Vo
- 2 - VCC
- 1 - GND

DISPLAY



A INTERRUPTOR DE OPERACION DE MAQUINA BRANSON

A INTERRUPTOR DE OPERACION DE MAQUINA BRANSON

### 3.4 Desarrollo de Software

Antes de empezar con los programas que se deben de hacer, es necesario entender bien cómo se controla el sistema utilizando únicamente las señales del puerto paralelo.

Primero, se hacen las tablas de las señales de la interface que se utilizan, mostrando su dirección, su peso en hexadecimal, en decimal y su función en el sistema, de la siguiente forma:

DIRECCION = 37CH SALIDAS				
BIT	FUNCION	DEC	HEX	NOTAS
D0	A	1	01	DIRECCION
D1	B	2	02	DIRECCION
D2	RS	4	04	REG. SEL.
D3	E	8	08	ENABLE
D4	DB4	16	10	DATO
D5	DB5	32	20	DATO
D6	DB6	64	40	DATO
D7	DB7	128	80	DATO

DIRECCION = 37EH SALIDA				
BIT	FUNCION	DEC	HEX	NOTAS
D0	C (INV)	1	01	DIRECCION

DIRECCION = 37DH ENTRADAS				
BIT	FUNCION	DEC	HEX	NOTAS
D3	PARAMETRO 1	8	08	ENTRADA
D4	PARAMETRO 2	16	10	ENTRADA
D5	PARAMETRO 3	32	20	ENTRADA
D6	PARAMETRO 4	64	40	ENTRADA
D7	PARAMETRO 5	128	80	ENTRADA

Debe hacerse notar que estas asignaciones de señales son meramente arbitrarias, y se

eligieron así, buscando facilitar la programación. Por ejemplo, la señal de direccionamiento C queda en un puerto diferente y no relacionada con las señales A y B, pero como la línea C sólo se selecciona cuando se debe de direccionar a un dispositivo inhibidor, cabe pensar que no importa el que esté separada.

A continuación, sólo se explicará a detalle el programa de diagnóstico preparado tanto para la construcción del sistema, como para su mantenimiento correctivo eventual, ya que el programa de monitoreo se basa en este primero, y el de conversión de datos es muy sencillo de entender.

### 3.4.1 Subrutina para diagnósticos

Una vez conociendo las señales y su direccionamiento, se procede a establecer tres igualdades sencillas que durante la programación ahorrarán trabajo y equivocaciones, estas son:

A = &H37C : EN = &H37D : T = &H37E

Así la variable A tendrá la dirección del puerto de salida que controla la mayor parte del sistema, la variable EN tendrá la dirección del puerto de entrada de datos, y la variable T tendrá la dirección del puerto de salida que controla solamente la línea de dirección C (inhibidores).

Ahora bien, comenzando por el manejo de los exhibidores, se debe notar que consiste básicamente en el envío de grupos de 4 bits de información a cada exhibidor, una vez puestos los bits de datos en sus líneas correspondientes, se debe de pulsar negativamente la línea de EN del exhibidor correspondiente. Dado que esto se va a realizar en repetidas ocasiones, conviene preparar una subrutina (línea 520), que como parámetros de entrada reciba en una variable llamada MAQ, la dirección del exhibidor (de 0 a 3), y en una variable llamada D, el dato en los cuatro bits más significativos. Si se requiere seleccionar un dispositivo inhibidor, la misma subrutina lo hará cuando reciba como dirección una que se encuentre entre los valores 4 y 7. Lo primero que debe hacer la rutina es revisar si se trata de una dirección de un inhibidor, pues de ser así, debe de cambiar la señal del puerto T. Dado que esta subrutina, como ya se dijo, se va a utilizar en repetidas ocasiones, se debe de buscar la forma de realizarla con las menores operaciones posibles para ahorrar tiempo, así se llega a la siguiente instrucción en BASIC que nos cumple esta primera función:

```
IF (MAQ AND 4) = 4 THEN OUT T,0 ELSE OUT T,1
```

Se debe recordar que el puerto T tiene invertida por su electrónica propia la señal correspondiente a la línea de dirección C, por eso, la instrucción OUT T,0 levanta la línea C.

Como ya se dijo, la variable D contiene solamente el dato en sus cuatro bits más significativos, y eventualmente contendrá el bit correspondiente a la señal RS (register select) con su valor adecuado. Ahora procede direccionar el Display indicado por MAQ con las líneas A y B de direccionamiento. Esto se logra fácilmente si se piensa que en la variable D se debe

de formar el byte de salida que eventualmente se mandará por el puerto A, así que sólo se realiza una operación lógica OR del dato D con la dirección MAQ como sigue:

```
D=D OR MAQ : ' AL DATO LE PONEMOS LA DIRECCION
```

Antes de mandar el byte D por el puerto A, se debe de asegurar que el bit correspondiente a la línea EN este en alto para que mientras las líneas se estabilizan, el exhibidor no se accione. Esto se hace realizando un OR del byte D con el valor de EN que de la tabla se ve que es 8, por lo que se tiene:

```
D=D OR &H8 : ' AHORA SUBIMOS EL ENABLE
```

Ahora sí, esta todo listo para mandar el byte D por el puerto A con la instrucción:

```
OUT A,D : ' SALIDA DE D POR EL PUERTO A
```

Hasta aquí sólo se han colocado las líneas en sus estados adecuados, el decodificador correspondiente al exhibidor esta listo para accionar el enable del exhibidor en cuanto él mismo reciba su señal de enable, la cual se debe de mandar, únicamente bajando el bit correspondiente, esto se hace con un AND lógico del valor de D con el inverso del valor del bit de EN y mandando el dato resultante al puerto A como sigue:

```
D=D AND &HF7 : ' AHORA BAJAMOS EL ENABLE
```

```
OUT A,D : ' SALIDA DE D POR EL PUERTO A
```

Como se puede ver en las especificaciones del exhibidor que se encuentran en el Apéndice A, la bajada de la señal es la que le indica al exhibidor que debe de aceptar los datos, por lo que se puede proceder a subirla inmediatamente:

```
D=D OR &H8 : ' AHORA SUBIMOS EL ENABLE
```

```
OUT A,D : ' SALIDA DE D POR EL PUERTO A
```

Con esto se termina el ciclo del envío de datos a un exhibidor. Se debe de hacer notar que se presenta un caso especial cuando se llama a esta subrutina con la dirección de un dispositivo inhibidor, y es en la instrucción:

```
D=D OR MAQ : ' AL DATO LE PONEMOS LA DIRECCION
```

El bit 2 esta prendido, y corresponde de acuerdo con la tabla a la señal RS de los exhibidor, sin embargo, cuando se acciona el ENABLE, únicamente responderá el dispositivo de inhibición adecuado, y aunque se levantará la señal RS sin ser necesario siempre que se direcciona algún dispositivo de inhibición, resulta más rápido hacerlo así, que añadiendo instrucciones para dejarla en bajo en estos casos, ya que no afecta.

Para la inicialización correcta de los exhibidores en su modo de 4 bits, se les deben mandar una cadena de datos establecida por su manual. La subrutina de la línea 460 lo hace,

usando la subrutina de la línea 520 (output to display), recién explicada.

Los comandos necesarios para desplegar información en la línea uno o dos del exhibidor, se presentan en las subrutinas de las líneas 640 y 680 respectivamente, donde sólo es necesario mandar dos bytes de control al exhibidor por medio de la subrutina 520 (output to display).

Una subrutina adicional que es muy utilizada, es la que comienza en la línea 720 (string a display), con la cual se facilita mucho la tarea de mandar un mensaje al exhibidor. Recibe un string en la variable X\$, la descompone en caracteres individuales, y a cada carácter en un par de datos de acuerdo como se deben de enviar al exhibidor (4 bits en cada dato) y finalmente utiliza la misma subrutina 520 (output to display).

Hablando ahora ya de los diagnósticos, el programa permite hacer las pruebas que a continuación se detallan, indicando además el número de línea donde comienza la subrutina respectiva:

- 1 = HELP
- 0 = REPITE EL ULTIMO COMANDO - 140
- 1 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 1 S/INICIALIZAR - 230
- 2 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 2 S/INICIALIZAR - 240
- 3 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 3 S/INICIALIZAR - 250
- 4 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 4 S/INICIALIZAR - 260
- 5 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 1 - 270
- 6 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 2 - 280
- 7 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 3 - 290
- 8 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 4 - 300
- 9 = DESPLIEGA DATOS DE ENTRADA - 310
- 10 = INICIALIZA TODOS LOS DISPLAYS - 320
- 11 A 14 = IGUAL COMO 1 A 4, PERO INICIALIZANDO - 330, 340, 350 y 360
- 20 = PRUEBA DEL BIT 0 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 370
- 21 = PRUEBA DEL BIT 1 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 380
- 22 = PRUEBA DEL BIT 2 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 390
- 23 = PRUEBA DEL BIT 3 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 400
- 24 = PRUEBA DEL BIT 4 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 410
- 25 = PRUEBA DEL BIT 5 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 420
- 26 = PRUEBA DEL BIT 6 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 430
- 27 = PRUEBA DEL BIT 7 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 440
- 28 = PRUEBA DE TODOS LOS BITS DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A - 450
- 99 = FIN DEL PROGRAMA - 150

Prácticamente todas las subrutinas se explican por sí mismas, quizá las únicas que necesitan una explicación mayor se muestran a continuación.

Para desplegar los datos de entrada, primero se leen en la subrutina que empieza en la línea 830, donde se van variando las líneas de dirección conforme se leen los datos de entrada. Un punto importante es que se debe de invertir el bit más significativo, ya que corresponde a la señal de Busy que es invertida por la electrónica de la interface paralela. Posteriormente se despliegan los datos en pantalla con la subrutina que comienza en la línea 900.

Con las funciones comprendidas desde la opción 20 hasta la 27, se prueban los bits de salida, en subrutinas que cambian alternativamente el estado del bit en cuestión 30,000 veces, para que con una punta de prueba lógica o un osciloscopio, se pueda comprobar que se mandan y llegan correctamente a los displays las señales respectivas.

Con la opción 28 se hacen variar todos los bits a la vez de la misma forma y con la misma intención explicadas en el párrafo anterior.

A continuación se presenta el programa completo.

```
10 ' SAVE "C:\BAS\RCMM" : SAVE "RCMM",A
20 ' A=&H37C ! EN=&H37D ! T=&H37E
30 ' D0 - A 1 01 ! ! D0 - C INVERTIDO
40 ' D1 - B 2 02 ! !
50 ' D2 - RS 4 04 ! !
60 ' D3 - E 8 08 ! ERROR 15 P5 !
70 ' D4 - DB4 16 10 ! ON LINE 13 P1 !
80 ' D5 - DB5 32 20 ! P. END 12 P2 !
90 ' D6 - DB6 64 40 ! ACK 10 P4 !
100 ' D7 - DB7 128 80 ! BUSY(INV) 11 P3 !
110 A=&H37C : EN=&H37D : T=&H37E : OUT T,1
120 ' CLS
130 SOUND 340,1 : PRINT ZM; : INPUT " CUAL PRUEBA (-1 =HELP) ";R : ZM=ZM+1
140 IF R=0 THEN R=RANT : PRINT "PRUEBA ";R;" ";
150 IF R=99 THEN END
160 RANT=R : IF R=-1 THEN GOSUB 970 : GOTO 130 : ' HELP
170 IF R19 AND R THEN GOTO 210
180 IF R OR R14 THEN SOUND 40,8 : GOTO 130
190 ON R GOSUB 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360
200 GOTO 130
210 ON R-19 GOSUB 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450
```

```
220 GOTO 130
230 DIR=0 : GOSUB 640 : X$="PRUEBA DISP 1" : GOSUB 720 : RETURN
240 DIR=1 : GOSUB 640 : X$="PRUEBA DISP 2" : GOSUB 720 : RETURN
250 DIR=2 : GOSUB 640 : X$="PRUEBA DISP 3" : GOSUB 720 : RETURN
260 DIR=3 : GOSUB 640 : X$="PRUEBA DISP 4" : GOSUB 720 : RETURN
270 DIR=4 : GOSUB 640 : RETURN
280 DIR=5 : GOSUB 640 : RETURN
290 DIR=6 : GOSUB 640 : RETURN
300 DIR=7 : GOSUB 640 : RETURN
310 GOSUB 830 : GOSUB 900 : RETURN
320 FOR DIR=0 TO 3 : GOSUB 460 : NEXT DIR : RETURN
330 DIR=0 : GOSUB 460 : GOTO 230
340 DIR=1 : GOSUB 460 : GOTO 240
350 DIR=2 : GOSUB 460 : GOTO 250
360 DIR=3 : GOSUB 460 : GOTO 260
370 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,1 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
380 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,2 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
390 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,4 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
400 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,8 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
410 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,16 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
420 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,32 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
430 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,64 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
440 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,128 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
450 FOR LL=1 TO 30000 : OUT A,255 : OUT A,0 : NEXT LL : RETURN
460 ' ***** INICIALIZACION DE LOS DISPLAYS
470 FOR I=0 TO 15
480 D= VAL("&H"+ MID$("30303020208000C00010006080004414", (I*2) + 1,2))
490 GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
500 NEXT I
510 RETURN
520 ' ***** OUTPUT A DISPLAY
530 IF (DIR AND 4) = 4 THEN OUT T,0 ELSE OUT T,1
540 ' PRINT DIR;
550 D=D OR DIR : ' AL DATO LE PONEMOS LA DIRECCION
560 D=D OR &H8 : ' AHORA SUBIMOS EL ENABLE
570 OUT A,D : ' PRINT HEX$(D),
```

```
580 D = D AND &HF7 : ' AHORA BAJAMOS EL ENABLE
590 OUT A,D : ' PRINT HEX$(D)
600 FOR J = 1 TO 400 : NEXT J
610 D = D OR &H8 : ' AHORA SUBIMOS EL ENABLE
620 OUT A,D : ' PRINT HEX$(D)
630 RETURN
640 ' ***** DESPLEGAR EN LINEA UNO
650 D = &H80 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
660 D = 0 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
670 RETURN
680 ' ***** DESPLEGAR EN LINEA DOS
690 D = &HC0 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
700 D = 0 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
710 RETURN
720 ' ***** SUBROUTINA STRING A DISPLAY (X$)
730 X$ = X$ + STR$(ZM)
740 X$ = X$ + "      " : X$ = LEFT$(X$,16)
750 FOR I = 1 TO LEN(X$)
760 Z = ASC(MID$(X$,I,1))
770 Z1 = Z AND &HF0 : Z2 = (Z AND &HF)*16
780 Z1 = Z1 + 4 : Z2 = Z2 + 4 : ' POR RS
790 D = Z1 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
800 D = Z2 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
810 NEXT I
820 RETURN
830 ' ***** SUBROUTINA DE LECTURA GENERAL DE PARAMETROS MONITOREADOS
840 FOR I = 0 TO 3
850 OUT A,I OR &H8
860 P(I) = INP(EN) XOR &H80 : PRINT RIGHT$("0" + HEX$(P(I)),2),
870 NEXT I
880 PRINT
890 RETURN
900 ' ***** SUBROUTINA DE DISPLAY GENERAL DE PARAMETROS MONITOREADOS
910 PRINT P(0) AND &H10 , P(1) AND &H10 , P(2) AND &H10 , P(3) AND &H10
920 PRINT P(0) AND &H20 , P(1) AND &H20 , P(2) AND &H20 , P(3) AND &H20
930 PRINT P(0) AND &H80 , P(1) AND &H80 , P(2) AND &H80 , P(3) AND &H80
```

```
940 PRINT P(0) AND &H40 , P(1) AND &H40 , P(2) AND &H40 , P(3) AND &H40
950 PRINT P(0) AND &H8 , P(1) AND &H8 , P(2) AND &H8 , P(3) AND &H8
960 RETURN
970 ' ***** SUBROUTINA DE HELP
980 PRINT "0 = REPITE EL ULTIMO COMANDO --- 99 = FIN DEL PROGRAMA"
990 PRINT "1 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 1 S/INICIALIZAR"
1000 PRINT "2 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 2 S/INICIALIZAR"
1010 PRINT "3 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 3 S/INICIALIZAR"
1020 PRINT "4 = MENSAJE DE PRUEBA AL DISPLAY 4 S/INICIALIZAR"
1030 PRINT "5 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 1"
1040 PRINT "6 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 2"
1050 PRINT "7 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 3"
1060 PRINT "8 = ACTIVA EL RELAY DEL DISPLAY 4"
1070 PRINT "9 = DESPLIEGA DATOS DE ENTRADA"
1080 PRINT "10 = INICIALIZA TODOS LOS DISPLAYS"
1090 PRINT "11 A 14 IGUAL COMO 1 A 4, PERO INICIALIZANDO"
1100 PRINT "20 = PRUEBA DEL BIT 0 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1110 PRINT "21 = PRUEBA DEL BIT 1 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1120 PRINT "22 = PRUEBA DEL BIT 2 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1130 PRINT "23 = PRUEBA DEL BIT 3 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1140 PRINT "24 = PRUEBA DEL BIT 4 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1150 PRINT "25 = PRUEBA DEL BIT 5 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1160 PRINT "26 = PRUEBA DEL BIT 6 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1170 PRINT "27 = PRUEBA DEL BIT 7 DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1180 PRINT "28 = PRUEBA DE TODOS LOS BITS DE SALIDA DE DATOS DEL PUERTO A"
1190 RETURN
```

### 3.4.2 Subrutina para monitoreo de las máquinas

Este programa usa extensivamente las funciones explicadas en la sección anterior. Su propósito es el de muestrear la operación de las máquinas Branson, midiendo los tiempos de los parámetros según se indicó en el análisis del problema. Como resultado se obtiene un archivo en diskette, en cuyos registros aparece el número de la máquina, el tiempo de sellado, el tiempo de sostenimiento, la hora en que se llevó a cabo la operación y finalmente, el estado de la presión neumática.

Si los parámetros de la operación se encontraron fuera de los rangos prefijados o con una presión neumática inadecuada, se detiene la operación de la máquina Branson activando su inhibidor, y el registro en disco lo marcará como una operación mala, sumándole 10 al

## DISEÑO ELECTRONICO Y DESARROLLO DE SOFTWARE

número de la máquina. Simultáneamente en el resumen que se despliega constantemente en la pantalla de la computadora, se actualiza el contador de operaciones realizadas, y en su caso, el contador de operaciones fuera de parámetros.

A continuación se presenta el programa completo de muestreo y monitoreo.

```
10 ' SAVE "C:\BAS\RCTC" : SAVE "RCTC",A
20 ' A=&H37C ! EN=&H37D ! T=&H37E
22 ' A=&H3BC ! EN=&H3BD ! T=&H3BE
30 ' D0 - A 1 01 ! ! D0 - C INVERTIDO
40 ' D1 - B 2 02 ! !
50 ' D2 - RS 4 04 ! !
60 ' D3 - E 8 08 ! ERROR 15 P5 !
70 ' D4 - DB4 16 10 ! ON LINE 13 P1 !
80 ' D5 - DB5 32 20 ! P. END 12 P2 !
90 ' D6 - DB6 64 40 ! ACK 10 P4 !
100 ' D7 - DB7 128 80 ! BUSY(INV) 11 P3 !
110 LIMSSOL = 8 : LIMISOL = 3 : ' LIMITE SUPERIOR E INFERIOR DE SOLDADO
120 LIMSSOS = 6 : LIMISOS = 2 : ' LIMITE SUPERIOR E INFERIOR DE SOSTENIMIENTO
122 CLS
130 DEFINT A,E,D,P,M
132 PP = 16 : PTS = 32 : PTB = 128
140 DIM PB(3),EBIEN(3),EMAL(3)
150 A = &H37C : EN = &H37D : T = &H37E : OUT T,1
160 GOSUB 440 : ' INICIALIZA DISPLAYS
170 OPEN "R",#1,"CONTROL.CTR",4
180 FIELD #1, 4 AS NE$
190 GET #1,1
200 NE = CVS(NE$)
210 OPEN "R",#2,"ESTAD.DAT",16
220 FIELD #2, 2 AS M$, 2 AS T1$, 2 AS T2$, 8 AS H$, 2 AS P$
230 X$ = "MAQUINA LISTA" : FOR MAQ = 0 TO 3 : GOSUB 630 : GOSUB 710 : NEXT MAQ
240 SOUND 440,1
250 ' ***** Rutina principal de monitoreo general de parametros
260 FOR MAQ = 0 TO 3
270 OUT A,MAQ OR &H8
272 GOSUB 1270 : ' REVISAR REESTABLECIMIENTO DE PRESION
```

```

280 IF (INP(EN) AND PTB) = 0 THEN GOSUB 1440 : GOSUB 310
290 NEXT MAQ
300 GOTO 250
310 ' ***** ESTADISTICAS A PANTALLA
312 LOCATE 23,1
320 PRINT "1.-";EBIEN(0);"/";EMAL(0);" = = ";
330 PRINT "2.-";EBIEN(1);"/";EMAL(1);" = = ";
340 PRINT "3.-";EBIEN(2);"/";EMAL(2);" = = ";
350 PRINT "4.-";EBIEN(3);"/";EMAL(3);" ";NE;" "
360 RETURN
440 ' ***** INICIALIZACION DE LOS DISPLAYS
450 FOR MAQ = 0 TO 3
460 FOR I = 0 TO 15
470 D = VAL("&H" + MID$("30303020208000C00010006080004414", (I*2) + 1, 2))
480 GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
490 NEXT I
500 NEXT MAQ
510 RETURN
520 ' ***** OUTPUT A DISPLAY
530 IF (MAQ AND 4) = 4 THEN OUT T,0 ELSE OUT T,1
540 D = D OR MAQ : ' AL DATO LE PONEMOS LA DIRECCION
550 D = D OR &H8 : ' AHORA SUBIMOS EL ENABLE
560 OUT A,D : ' PRINT HEX$(D),
570 D = D AND &HF7 : ' AHORA BAJAMOS EL ENABLE
580 OUT A,D : ' PRINT HEX$(D)
600 D = D OR &H8 : ' AHORA SUBIMOS EL ENABLE
610 OUT A,D : ' PRINT HEX$(D)
620 RETURN
630 ' ***** DESPLEGAR EN LINEA UNO
640 D = &H80 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
650 D = 0 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
660 RETURN
670 ' ***** DESPLEGAR EN LINEA DOS
680 D = &HC0 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
690 D = 0 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
700 RETURN

```

```
710 ' ***** SUBROUTINA STRING A DISPLAY (X$)
720 ' PRINT X$,MAQ
730 X$ = X$ + "          " : X$ = LEFT$(X$,16)
740 FOR I = 1 TO LEN(X$)
750 Z = ASC(MID$(X$,I,1))
760 Z1 = Z AND &HF0 : Z2 = (Z AND &HF)*16
770 Z1 = Z1 + 4 : Z2 = Z2 + 4 : ' POR RS
780 D = Z1 : GOSUB 520 : OUTPUT A DISPLAY
790 D = Z2 : GOSUB 520 : ' OUTPUT A DISPLAY
810 NEXT I
820 RETURN

1080 ' ***** SUBROUTINA DE GRABACION DE CONTROL (#1)
1090 LSET NE$ = MKS$(NE)
1100 PUT #1,1
1110 RETURN

1120 ' ***** SUBROUTINA DE GRABACION DE ESTADISTICAS (#2)
1130 LSET M$ = MKI$(MAQ + 1) : LSET T1$ = MKI$(TSOL*100)
1140 LSET T2$ = MKI$(TSOS*100) : LSET H$ = TIME$ : LSET P$ = MKI$(PRES)
1150 NE = NE + 1 : PUT #2,NE : GOSUB 1080
1152 GOSUB 630 : X$ = "SOLD. = " + STR$(TSOL) : GOSUB 710
1154 GOSUB 670 : X$ = "SOST. = " + STR$(TSOS) : GOSUB 710
1156 EBIEN(MAQ) = EBIEN(MAQ) + 1
1158 RETURN

1160 ' ***** SUBROUTINA DE GRABACION DE INCIDENCIAS (#2)
1162 MAQ = MAQ + 4 : GOSUB 520 : MAQ = MAQ - 4
1170 LSET M$ = MKI$(MAQ + 11) : LSET T1$ = MKI$(TSOL*100)
1180 LSET T2$ = MKI$(TSOS*100) : LSET H$ = TIME$ : LSET P$ = MKI$(PRES)
1190 NE = NE + 1 : PUT #2,NE : GOSUB 1080
1192 EMAL(MAQ) = EMAL(MAQ) + 1 : RETURN

1200 ' ***** PRESION BAJA - GRABAR INCIDENCIA
1210 IF PB(MAQ) = 1 THEN GOTO 1260 ELSE PB(MAQ) = 1
1230 GOSUB 630 : X$ = "PRESION BAJA" : GOSUB 710
1240 GOSUB 670 : X$ = "MAQUINA " + STR$(MAQ + 1) : GOSUB 710
1250 GOSUB 1160 : RETURN

1260 MAQ = MAQ + 4 : GOSUB 520 : MAQ = MAQ - 4 : RETURN

1270 ' ***** PRESION NORMAL B
```

```
1280 IF PB(MAQ) = 0 THEN RETURN
1282 IF (INP(EN) AND PP) 0 THEN RETURN
1290 PB(MAQ) = 0
1300 GOSUB 630 : X$ = "PRESION NORMAL" : GOSUB 710 : RETURN
1440 ' ***** TOMA DE TIEMPOS DE LA MAQUINA MAQ
1450 IF (INP(EN) AND PP) 0 THEN GOTO 1590 : ' REVISION PRESION
1460 IF (INP(EN) AND PTS) 0 THEN RETURN
1465 IF (INP(EN) AND PTB) 0 THEN RETURN
1470 IF (INP(EN) AND PTS) = 0 THEN GOTO 1465 ELSE TM1 = TIMER : ' QUE SUBA SOL
1480 IF (INP(EN) AND PP) 0 THEN GOTO 1590 : ' REVISION PRESION
1490 IF (INP(EN) AND PTS) 0 THEN GOTO 1490 ELSE TM2 = TIMER : ' QUE BAJE SOL
1500 IF (INP(EN) AND PP) 0 THEN GOTO 1590 : ' REVISION PRESION
1510 IF (INP(EN) AND PTB) = 0 THEN GOTO 1510 ELSE TM3 = TIMER : ' QUE BAJE SOS
1520 IF (INP(EN) AND PP) 0 THEN GOTO 1590 : ELSE PRES = 0 : ' REV PRESION
1530 TSOL = TM2-TM1 : TSOS = TM3-TM2
1540 IF TSOLLIMSSOL OR TSOL THEN GOTO 1570
1550 IF TSOSLIMSSOS OR TSOS THEN GOTO 1570
1560 GOSUB 1120 : RETURN : REM GRABA ESTADISTICA
1570 GOSUB 1160 : REM GRABA INCIDENCIA
1572 GOSUB 630 : X$ = "SOLD. =" + STR$(TSOL) : GOSUB 710
1574 GOSUB 670 : X$ = "SOST. =" + STR$(TSOS) : GOSUB 710
1580 RETURN
1590 ' ***** PRESION MALA
1600 PRES = 1 : GOSUB 1200 : REM GRABA INCIDENCIA
1610 RETURN
```

### 3.4.3 Subrutina para transportar información a Bases de datos y Hojas de cálculo

Dado que el programa anterior guarda los datos en un formato compacto propio del lenguaje Basic, se preparó un pequeño programa con el fin de facilitar la obtención de estadísticas ya sea con un paquete de Base de Datos o con uno de Hoja Electrónica de Cálculo, para lo cual, se traducen los registros de su forma empaquetada, a una forma generalmente utilizada para intercambio de información en la mayoría de los paquetes actuales. En este formato, los datos son guardados en registros de longitud variable, con su información en caracteres ASCII, encerrando entre comillas los campos alfanuméricos, y utilizando comas para separar cada campo.

El programa completo se muestra a continuación.

# DISEÑO ELECTRONICO Y DESARROLLO DE SOFTWARE

---

```
10 ' SAVE "C:\BAS\RCLA" : SAVE "RCLA",A
20 DEFINT A,E,T,D,P,M
30 OPEN "R",#1,"CONTROL.CTR",4
40 FIELD #1, 4 AS NE$
50 GET #1,1
60 NE = CVS(NE$)
70 OPEN "R",#2,"ESTAD.DAT",16
80 FIELD #2, 2 AS M$, 2 AS T1$, 2 AS T2$, 8 AS H$, 2 AS P$
90 OPEN "O",#3,"ESTADA.DAT"
100 FOR I = 1 TO NE
110 GET #2,I
120 PRINT CVI(M$);" ";
130 PRINT #3,CVI(M$);" ";
140 PRINT CVI(T1$)/100;" ";
150 PRINT #3,CVI(T1$)/100;" ";
160 PRINT CVI(T2$)/100;" ";
170 PRINT #3,CVI(T2$)/100;" ";
180 PRINT H$;" ";
190 PRINT #3,CHR$(34);H$;CHR$(34);" ";
200 PRINT CVI(P$)
210 PRINT #3,CVI(P$)
220 NEXT I
230 CLOSE
240 END
```

## **CAPITULO IV**

# **EVALUACION DE RESULTADOS**

## 4.1 Evaluación con base en los criterios de diseño establecidos.

Aquí se hará la evaluación de la solución definitiva en relación a los criterios establecidos y dado el caso, en comparación con las otras alternativas.

La criterios establecidos para este caso específico, fueron los siguientes:

**Seguridad:** Considerando que la distribución de las máquinas es como se muestra en la figura IV.1 y en la fotografía. 1

se buscó que no existieran canalizaciones fuera de lugar que interfirieran con las labores de los trabajadores ni con la producción. Las conexiones realizadas, quedaron con acceso restringido a sólo personal autorizado. El sistema instalado quedó aislado eléctricamente de las máquinas Branson para evitarles daños en casos de fallas. El gabinete de la computadora protege adicionalmente la interface diseñada como se puede observar en la fotografía 2.

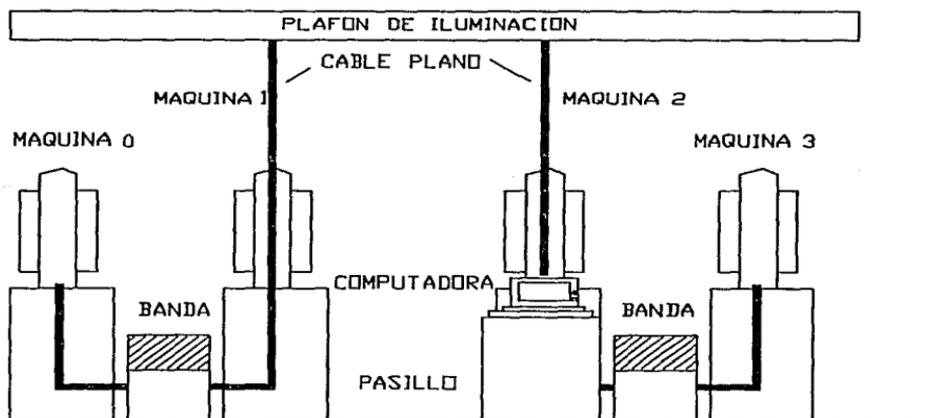
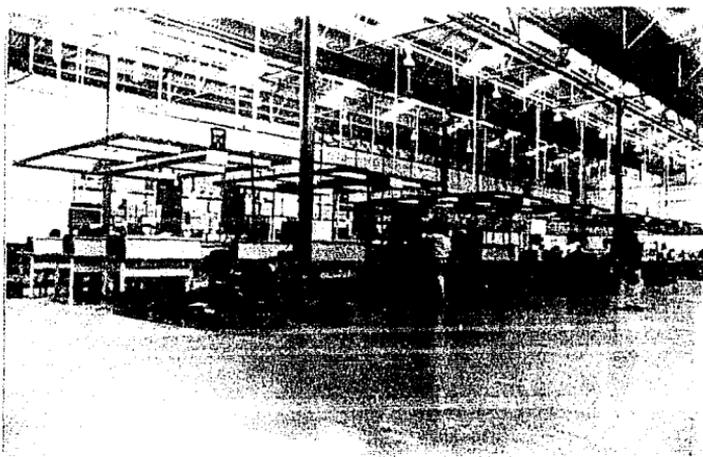
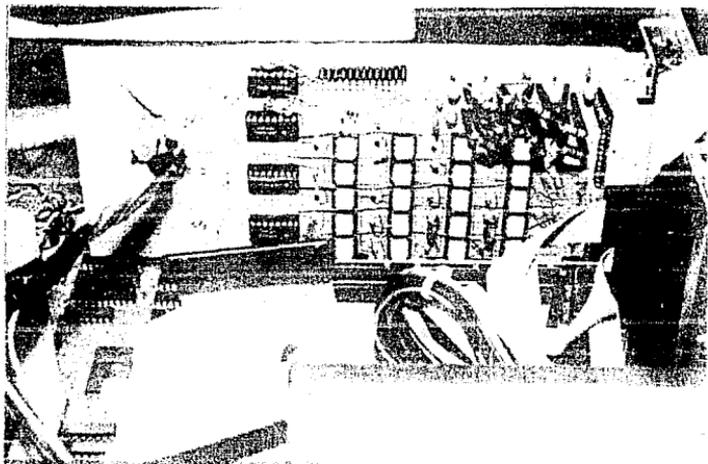


Figura IV.1 Vista frontal de las canalizaciones entre las máquinas



Fotografía 1. Localización de las máquinas dentro de la planta



Fotografía 2. Interface instalada en el interior de la computadora.

**Rapidez de implementación:** Dado que en el desarrollo de la solución se logró minimizar tanto la cantidad como la complejidad de los módulos que conforman el sistema, se logró una gran agilidad en su implementación.

**Fiabilidad:** Se definió como la ausencia de fallas, y en este caso se evalúa separando los módulos diseñados, de la computadora utilizada, puesto que ya ha mostrado un alto grado de fiabilidad.

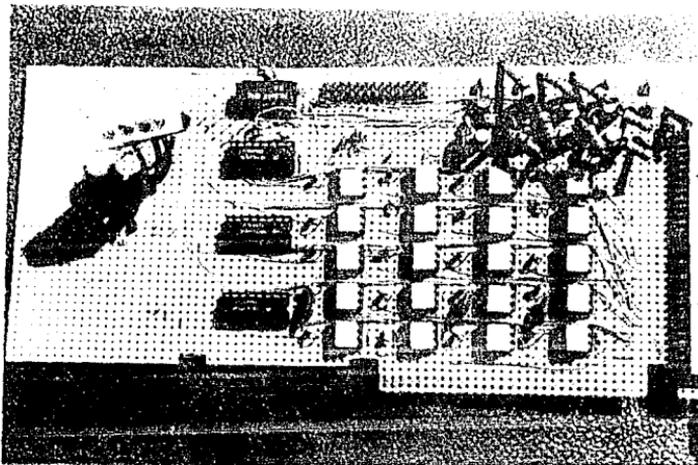
La fiabilidad es inversamente proporcional al número de componentes que se utilizan, y en esta solución, dicho número es mínimo comparado con las otras alternativas propuestas. Además se buscó que la operación de los componentes estuviera dentro de los rangos establecidos por sus especificaciones.

**Mantenibilidad:** El grado de mantenibilidad de esta solución es alto, debido al bajo número de componentes que se utilizan y a la simplicidad del diseño, además dado que el lenguaje de programación utilizado es de alto nivel y muy popular se logra que el mantenimiento se lleve a cabo fácilmente.

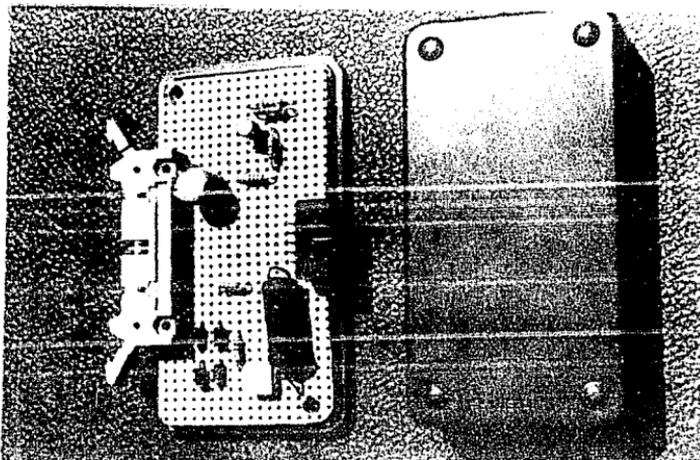
**Costos:** Por brevedad sólo se dirá que esta solución puede considerarse con un costo muy similar al de las otras alternativas, pues lo que en ellas se podría ahorrar en materiales, se invertiría en programación especializada. Así, se puede decir que a pesar de que el criterio de rapidez de implementación con el cual se cumplió, tiene una importancia mucho mayor que la del costo, este último no se descuido.

**Facilidad:** Dado que el sistema se diseñó de forma que sólo se debe cambiar el diskette de datos diariamente, prácticamente no requiere de operación alguna.

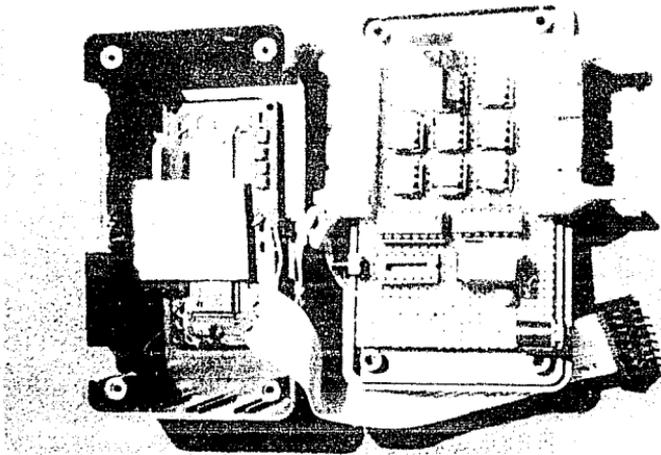
En las páginas siguientes se muestra una serie de fotografías donde se observan ya implementados los diferentes módulos diseñados en el capítulo III.



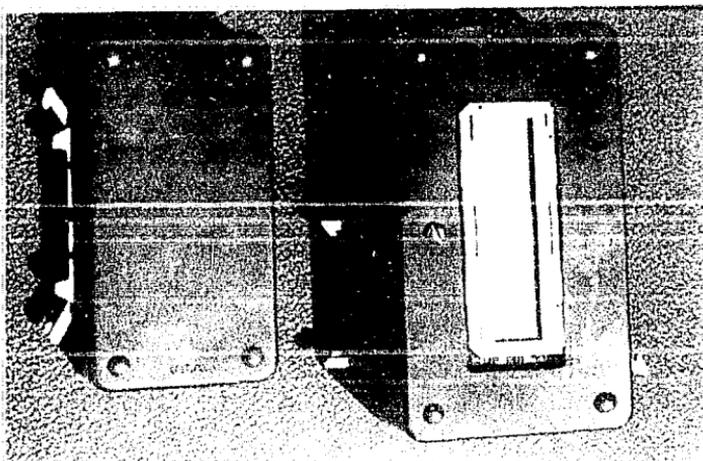
Fotografía 3. Prototipo de la interface diseñada



Fotografía 4. Vista interior del módulo de adquisición de datos



Fotografía 5. Vista interior del módulo de display e inhibidor.



Fotografía 6. Vista exterior de los módulos de adquisición de datos y display.

Como se pudo observar en las fotos anteriores, el sistema que satisface las necesidades planteadas consta de tres módulos, por lo que se logra rapidez en la implementación del sistema, ya que el diseño no es complejo. Cada uno de los módulos cumple con los criterios de diseño establecidos anteriormente, puesto que el número de componentes utilizados para su implementación es mínimo, cumpliendo así con los criterios de mantenibilidad y confiabilidad, además son de fácil adquisición a un precio razonable, esto trae como consecuencia un bajo costo del sistema en su totalidad.

### 4.2 Evaluación de funcionamiento por medio de simulación

Para evaluar el funcionamiento bajo condiciones plenamente controladas, se prefirió simular las funciones de las tarjetas generadoras de señales, simulando también así la operación de las máquinas Branson.

Para ello, se empleó una tarjeta que por medio de interruptores genera las señales correspondientes a los tres parámetros necesarios por cada una de las máquinas, contando por lo tanto con un total de 12 interruptores.

El diagrama electrónico de dicha tarjeta se muestra en la figura IV.2 y en la fotografía 7.

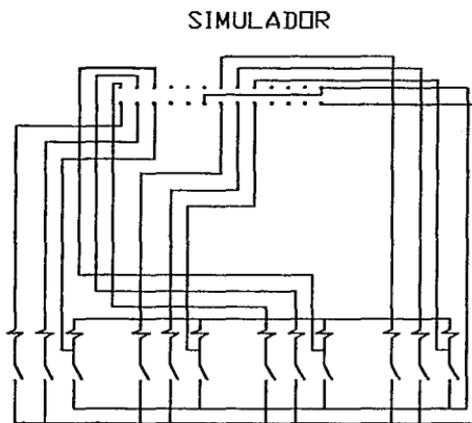
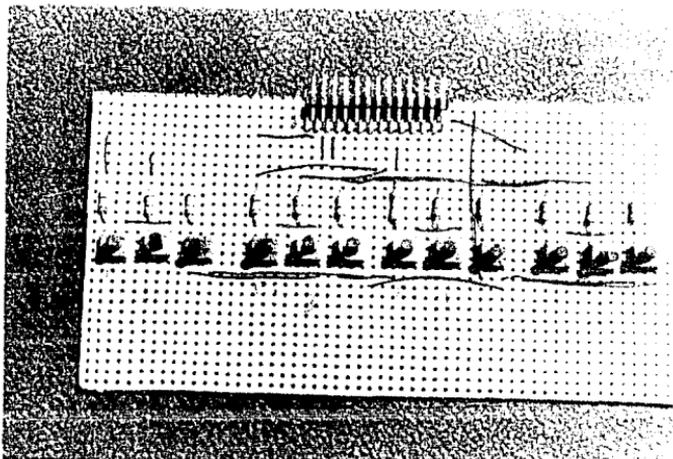


Figura IV.2 Diagrama del simulador utilizado



Fotografía 7. Prototipo del simulador

Utilizando cronómetros, se aplicaron los interruptores en la secuencia en que normalmente funcionará el sistema, simulando variaciones en los tiempos tanto de sellado como de soldadura, llegando incluso a pasarse de los límites tanto superior como inferior. Los datos registrados por los cronómetros fueron comparados con los obtenidos por la computadora en su archivo, encontrándose finalmente una similitud muy grande, explicándose fácilmente las diferencias por el simple hecho de que los datos adquiridos por medio de los cronómetros estuvieron sujetos a imprecisiones, dado su manejo manual, en cambio, los obtenidos por la computadora, estuvieron libres de ellas.

Con los datos recopilados, fue posible obtener gráficas prototipo, utilizando una Hoja Electrónica de Cálculo.

Así mismo, se probaron las tarjetas generadoras de señales, simulando el presostato, el relevador cuyas señales generan el ultrasonido y el movimiento del "Horn". En todas las pruebas realizadas se comprobó el funcionamiento correcto de los módulos individuales y del sistema en su totalidad.

En cuanto la empresa bajo estudio lo disponga, se instalará el sistema para su funcionamiento real.

## Conclusiones

Con este trabajo se demuestra que la aplicación de un método sistematizado condujo, por un camino ordenado, a una solución que no sólo satisface las necesidades que el cliente planteó inicialmente sino que además, comparada con las otras alternativas propuestas, es la que brinda mayores ventajas en relación a los criterios de ingeniería para este problema establecidos. Sin embargo, manteniendo la objetividad como lo establece la metodología de la Ingeniería, se puede afirmar que la solución a la cual se llegó, no es ni la mejor ni la última de toda una gama de posibles soluciones que pudieron haberse encontrado si el tiempo lo hubiera permitido.

Por otro lado, resulta interesante recalcar que los criterios específicos definidos para el problema, son casi los mismos que los criterios de calidad, y dado que la solución debe de tomar en cuenta dichos criterios, se concluye que el proceso mismo de solución de un problema, ya tiene implícito el factor calidad.

Ahondando un poco más en la idea anterior, resulta más interesante el notar una gran similitud entre las características que desde el punto de vista de la metodología de la Ingeniería debe de tener una solución, y los parámetros que desde el punto de vista Calidad, conforman la "Aptitud para el uso". Es fácil relacionar la figura I.1 con la metodología de solución de la Ingeniería.

En contra de lo esperado, se llegó a una solución sencilla, donde no se involucró finalmente el diseño elaborado de controladores con microprocesadores, resultado de la aplicación estricta de la metodología usada, ya que incluso indica que se debe evitar el uso de soluciones acostumbradas, y de soluciones trilladas.

Así pues este proyecto propone otra opción al eliminar barreras impuestas por la inexperiencia y la costumbre de uso de una solución determinada, al aplicar las computadoras PC y los lenguajes de alto nivel, para resolver un problema de Ingeniería.

# APENDICES

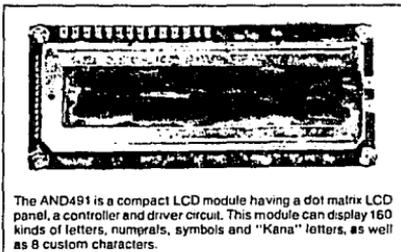
# APENDICE "A" HOJAS DE ESPECIFICACIONES

**AND**

**LCD Dot Matrix Modules**

**16 CHARACTERS x 2 LINES**

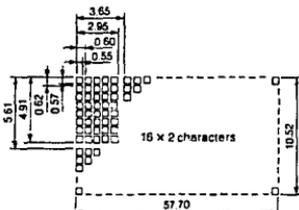
**AND491**



### FEATURES

- Compact, integrated display module.
- High contrast, clear display with large characters.
- Low voltage, +5V single power supply.
- Wide operating temperature range (0°C to +50°C).
- 5 x 7 dot character format and cursor line.
- Built-in control LSI with display RAM and character generator ROM.
- Direct interface to 4 or 8 bit CPU
- 11 commands for control.
- Transflective module is available as an option.

**Dot Matrix Dimensions (in millimeters)**



### Mechanical Characteristics

Item	Specification	Unit
Outline Dimension	80W x 36H x 12D	mm
Character Size	2.95W x 4.29H	mm
Number of Characters	16 x 2 (32) Characters (5 x 7 font ± cursor)	—
Viewing Area	64.5W x 15H	mm
Bezel Opening	64.5W x 15H	mm
Dot Size	0.55W x 0.57H	mm
Dot Pitch	0.6W x 0.62H	mm
Weight	approx 30	gram

### Absolute Maximum Ratings

Item	Symbol	Rating	Unit
Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	7	V
Input Voltage	V <sub>IN</sub>	0 ~ V <sub>DD</sub> ~ V <sub>DD</sub>	V
Operating Temperature	T <sub>OP</sub>	0 to +50	°C
Storage Temperature	T <sub>STG</sub>	-20 to +70	°C

### Electrical Characteristics (T<sub>A</sub> = 25°C)

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	4.75	5.0	5.25	V
	GND	—	0	—	V
"H" Level Input Voltage (V <sub>OH</sub> = 5 DV)	V <sub>OH</sub>	2.2	—	—	V
"L" Level Input Voltage (I <sub>OH</sub> = 0.2 mA)	V <sub>IL</sub>	—	—	0.6	V
"L" Level Output Voltage (I <sub>OL</sub> = 1.2 mA)	V <sub>OL</sub>	—	—	0.4	V
Power Consumption	P <sub>O</sub>	—	10	—	mW

### Optical Characteristics (T<sub>A</sub> = 25°C, θ = 25°C, θ = 0°)

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Viewing Angle	θ	10	25	40	degree
Contrast	K	—	3.0	—	—
Turn On Time	t <sub>ON</sub>	—	200	400	ms
Turn Off Time	t <sub>OFF</sub>	—	250	400	ms

Note: Refer to Applications Section for the following definitions: (1) θ and θ, (2) Viewing Angle, (c) Contrast, (d) Turn On and Turn Off Time.

### Connector Pin Assignment

Pin No.	Signal	Function
1	GND	Power Supply
2	V <sub>DD</sub>	
3	V <sub>0</sub>	LCD Drive Voltage (0V to V <sub>DD</sub> )
4	RS	"H" Data Input "L" Command Input
5	R/W	"H" Data Read (Module → CPU) "L" Data Write (CPU → Module)
6	E	Enable Signal
7	DB0	Data Bus 8-bit Use
8	DB1	
9	DB2	
10	DB3	
11	DB4	
12	DB5	
13	DB6	
14	DB7	4-bit Use



Timing Characteristics (T<sub>A</sub> = 25°C)

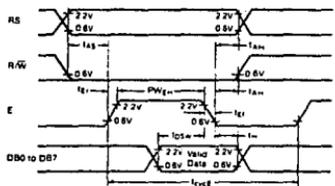
Data Write

Item	Symbol	Value		Unit
		Min.	Max.	
Enable Cycle Time	t <sub>cyct</sub>	1000		ns
Enable Pulse Width	PW <sub>EN</sub>	450		
Enable Rise/Fall Time	t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub>		25	
Set Up Time	t <sub>AS</sub>	140		
Address Hold Time	t <sub>AH</sub>	10		
Data Set Up Time	t <sub>DSU</sub>	195		
Data Hold Time	t <sub>H</sub>	10		

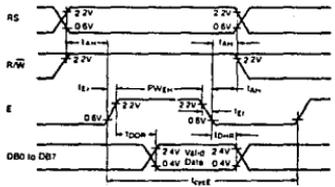
Data Read

Item	Symbol	Value		Unit
		Min.	Max.	
Enable Cycle Time	t <sub>cyct</sub>	1000		ns
Enable Pulse Width	PW <sub>EN</sub>	450		
Enable Rise/Fall Time	t <sub>r</sub> , t <sub>f</sub>		25	
Set Up Time	t <sub>AS</sub>	140		
Address Hold Time	t <sub>AH</sub>	10		
Data Delay Time	t <sub>DD</sub>		320	
Data Hold Time	t <sub>DSH</sub>	20		

Data Write



Data Read

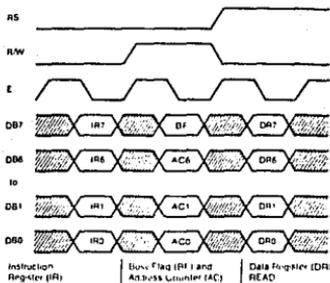


Data Transfer Example

The data can be sent in the form of either 2 cycles of 4-bit data or 1 cycle of 8-bit data so that it can be connected to both 4 and 8-bit CPU's.

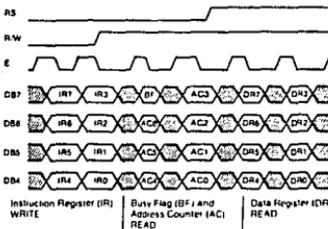
- (1) When data is 8 bits long, the data is transferred by using 8 data lines of DB0 to DB7.

8 bit Data Transfer Example



- (2) When data is 4 bits long, it is transferred by using only 4 lines of DB7 to DB4, DB3 to DB0 are not used. Data transfer between the module and a 4-bit CPU is completed when the higher order 4 bits are transferred first, followed by the lower order 4 bits.

4 bit Data Transfer Example



**AND**

**LCD Dot Matrix Modules**

**CHARACTER LCD MODULES INTERFACE DATA**

### 1. Clear Display

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Write space code "20" (Hexadecimal) into all the DD RAM addresses. The cursor returns to address 0 (DD RAM Address = "00H") and display, if it has been shifted, it returns to the original position. In other words, display disappears and the cursor goes to the left edge of the first line.

### 2. Return Home

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X

Return the cursor to character position 1 (DD RAM Address = "00H") and returns the display to the original position if it has been shifted (S in the instruction register is 1). The DD RAM contents remain unchanged.

### 3. Entry Mode Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

I/D: Increment (I/D=1) or decrement (I/D=0) the DD RAM address by one upon writing a character code into the DD RAM or reading a character code from the DD RAM. The cursor moves to the right when I/D=1, and to the left when I/D=0.

S: Shift the entire display to the right (when I/D=0, S=1) or the left (when I/D=1, S=1) when writing to the DD RAM. Therefore, the cursor looks as if it stood still and display only moves. Display is not shifted when reading from the DD RAM. Display is not shifted when S=0.

### 4. Display ON/OFF Control

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

D: Display is turned ON when D=1 and OFF when D=0. When display is turned off due to D=0, the display data remains in the DD RAM and they can be displayed immediately by setting D=1.

C: The cursor is displayed when C=1 and not displayed when C=0. Even if the cursor disappears, function of I/D, etc. does not change during "display data write." The cursor is displayed at the 8th line when the 5 x 7 dots character font is selected.

B: The character at the cursor position blinks when B=1. The blink is done by switching between all black dots and display characters at 0.4 second interval. The cursor and the blink can be set concurrently.

X=Don't care

### 5. Cursor or Display Shift

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X

Shift the cursor position or display position to the right or the left without writing or reading the display data. This function can be used for correction or search of display.

S/C	R/L	Function
0	0	Shift the cursor position to the left. (AC is decremented by one)
0	1	Shift the cursor position to the right. (AC is incremented by one)
1	0	Shift the entire display to the left. The cursor follows the display shift
1	1	Shift the entire display to the right. The cursor follows the display shift

### 6. Function Set

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X

DL: Set the interface data length. Data is sent or received in 8-bit length (DB7 to DB0) when DL=1 and 4-bit length (DB7 to DB4) when DL=0. When 4-bit length is selected, data must be sent or received twice.

N: Set number of display lines.

F: Set character font. The 5 x 7 dots character font is selected when F=0, while 5 x 10 dots character font is selected when F=1 and N=0.

N	F	No. of Display Lines	Character Font	Duty Ratio	Module Type No.
0	0	1	5x7 Dots	1/8	AND241, AND691, AND601
0	1	1	5x10 Dots	1/11	AND241, AND691, AND601
1	0	2	5x7 Dots	1/16	AND671, AND491, AND501, AND771, AND591
1	0	4	4x7 Dots	1/16	AND731, AND721

### 7. Set CG RAM Address

	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Code	0	0	0	1	A	A	A	A	A	A

Set the CG RAM address to a binary number of AAAAAA in the address counter. After execution of this instruction, all the data from MPU is written into the CG RAM and all the data is read from CG RAM.



8. Set DD RAM Address

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	1	An	A	A	A	A	A	A

Set the DD RAM address to a binary number of AnAAAAA in the address counter. (An = 0 for the first line, An = 1 for the second line). After execution of this instruction, all the data from MPU is written into the DD RAM and all the data is read from DD RAM.

9. Read Busy Flag and Address

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	A	A	A	A	A	A	A

Read Busy Flag (BF) and the value of the address counter (AAAAAA). BF = 1 indicates that an internal operation is going on the next command is not accepted until BF becomes "0". It is necessary to check the BF status before the next write operation. The address counter is used for the CG or DD RAM address.

10. Write Data to CG RAM or DD RAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	0	D	D	D	D	D	D	D	D

Write binary 8-bit data DDDDDDDD to the CG RAM or the DD RAM. Whether the CG RAM or the DD RAM is to be written is determined by the previous designation (CG RAM address setting or DD RAM address setting). After writing, the address is automatically incremented or decremented by one according to entry mode. Display shift also follows the entry mode.

11. Read Data from CG RAM or DD RAM

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	1	D	D	D	D	D	D	D	D

Read binary 8-bit data DDDDDDDD from the CG RAM or the DD RAM. Whether the CG RAM or the DD RAM is to be read is determined by the previous designation. Prior to inputting this read command, either the CG RAM address set command or the DD RAM address set command must be executed. If it is not done, the first data read is invalid, and the second data read of the next address can be read normally. After reading, the address is automatically incremented or decremented by one according to the entry mode. However, display shift is not performed regardless of entry mode.

Character Patterns and Character Codes

1. Character Generator ROM (CG ROM)

The character generator ROM generates 5 x 7 dot (160 kinds) character patterns or 5 x 10 dot (32 kinds) character patterns from an 8-bit DD RAM character code signal.

When the 8-bit character code of the CG ROM is written into the DD RAM, the character pattern of the CG ROM corresponding to the code is displayed on the LCD display position corresponding to the DD RAM address. Table 3 shows the relation between character patterns and character codes.

Note:

AND671, AND491, AND501, AND591, AND771, AND731 and AND721 can only use 5 x 7 dot character patterns.

2. Character Generator RAM (CG RAM)

The character generator RAM is used for original character patterns other than for the CG ROM. The CG RAM has the capacity (64 bytes = 512 bits) to write 8 types of character patterns with 5 x 7 font, and 4 types with 5 x 10 font. When displaying character patterns stored in the CG RAM, write 8-bit character codes (00 to 07 or 02 to 0F, hex.) on the left side as shown in Table 3.

Table 4 shows the relation between CG RAM addresses and data and display patterns for 5 x 7 dots.

Table 5 shows the relation between CG RAM addresses and data and display patterns for 5 x 10 dots.

# APENDICE A. HOJAS DE ESPECIFICACIONES

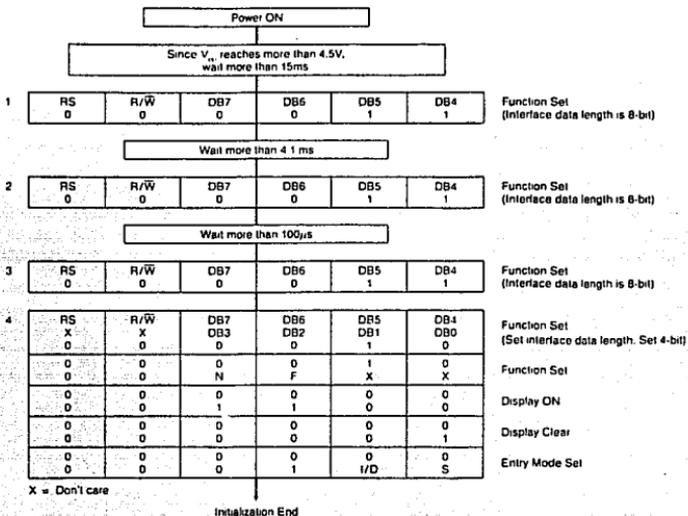


LCD Dot Matrix Modules

CHARACTER LCD MODULES INTERFACE DATA

## 2. Manual Initialization Procedure

(a) When the interface data length is 4-bit



### Notes:

- (1) Before initialize step 1, 2 and 3, can not check busy flag
- (2) After initialize step 4, cannot change function set mode, number of display lines and character font

## TYPES TIL111, TIL114, TIL116, TIL117 OPTO-COUPLEDERS

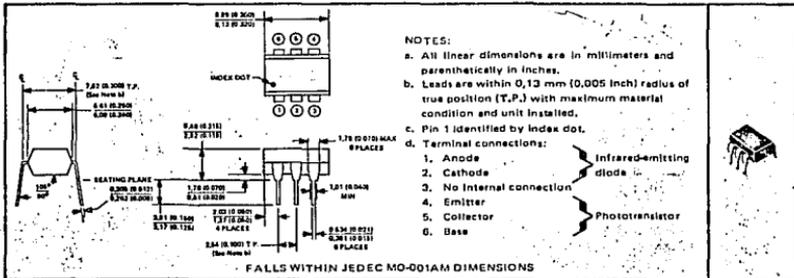
BULLETIN NO. DL-S 12030, NOVEMBER 1973—REVISED NOVEMBER 1978

### COMPATIBLE WITH STANDARD DTL AND TTL INTEGRATED CIRCUITS

- Gallium Arsenide Diode Infrared Source Optically Coupled to a Silicon N-P-N Phototransistor
- High Direct-Current Transfer Ratio
- High-Voltage Electrical Isolation . . . 1.5-kV or 2.5-kV Rating
- Plastic Dual-In-Line Package
- High-Speed Switching:  $t_r = 5 \mu s$ ,  $t_f = 5 \mu s$  Typical

#### mechanical data

The package consists of a gallium arsenide infrared-emitting diode and an n-p-n silicon phototransistor mounted on a 6-lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case will withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high-humidity conditions. Unit weight is approximately 0.52 grams.



#### absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Input-to-Output Voltage: TIL111	±1.5 kV
TIL114, TIL116, TIL117	±2.5 kV
Collector-Base Voltage	70 V
Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	30 V
Emitter-Collector Voltage	7 V
Emitter-Base Voltage	7 V
Input-Diode Reverse Voltage	3 V
Input-Diode Continuous Forward Current at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 2)	100 mA
Continuous Power Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature:	
Infrared-Emitting Diode (See Note 3)	150 mW
Phototransistor (See Note 4)	150 mW
Total, Infrared-Emitting Diode plus Phototransistor (See Note 5)	250 mW
Storage Temperature Range	-55°C to 150°C
Lead Temperature 1.6 mm (1/16 Inch) from Case for 10 Seconds	260°C

- NOTES:**
1. This value applies when the base-emitter diode is open-circuited.
  2. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 1.33 mW/°C.
  3. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
  4. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
  5. Derate linearly to 100°C free-air temperature at the rate of 3.33 mW/°C.

TYPES TIL111, TIL114, TIL116, TIL117  
OPTO-COUPLEDERS

electrical characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TIL111 TIL114			TIL116			TIL117			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
V(BR)CBO	Collector-Base Breakdown Voltage $I_C = 10 \mu\text{A}$ , $I_E = 0$ , $I_F = 0$	70			70			70			V	
V(BR)CEO	Collector-Emitter Breakdown Voltage $I_C = 1 \text{ mA}$ , $I_B = 0$ , $I_F = 0$	30			30			30			V	
V(BR)EBO	Emitter-Base Breakdown Voltage $I_E = 10 \mu\text{A}$ , $I_C = 0$ , $I_F = 0$	7			7			7			V	
I <sub>R</sub>	Input Diode Static Reverse Current $V_R = 3 \text{ V}$			10			10			10	μA	
I <sub>C(on)</sub>	On-State Collector Current	Phototransistor Operation $V_{CE} = 0.4 \text{ V}$ , $I_F = 16 \text{ mA}$ , $I_B = 0$	2	7							mA	
		Photodiode Operation $V_{CB} = 0.4 \text{ V}$ , $I_F = 16 \text{ mA}$ , $I_E = 0$	7	20	7	20	7	20	7	20	μA	
I <sub>C(off)</sub>	Off-State Collector Current	Phototransistor Operation $V_{CE} = 10 \text{ V}$ , $I_B = 0$ , $I_F = 0$		1	50		1	50		1	50	nA
		Photodiode Operation $V_{CB} = 10 \text{ V}$ , $I_F = 0$ , $I_E = 0$		0.1	20		0.1	20		0.1	20	nA
h <sub>FE</sub>	Transistor Static Forward Current Transfer Ratio $V_{CE} = 5 \text{ V}$ , $I_C = 10 \text{ mA}$ , $I_F = 0$		100	300				200	550			
		$V_{CE} = 5 \text{ V}$ , $I_C = 100 \mu\text{A}$ , $I_F = 0$				100	300					
V <sub>F</sub>	Input Diode Static Forward Voltage $I_F = 16 \text{ mA}$			1.2	1.4				1.2	1.4	V	
		$I_F = 60 \text{ mA}$					1.25	1.5				
V <sub>CE(sat)</sub>	Collector-Emitter Saturation Voltage $I_C = 2 \text{ mA}$ , $I_F = 16 \text{ mA}$ , $I_B = 0$		0.25	0.4							V	
		$I_C = 2.2 \text{ mA}$ , $I_F = 15 \text{ mA}$ , $I_B = 0$					0.25	0.4				
		$I_C = 0.5 \text{ mA}$ , $I_F = 10 \text{ mA}$ , $I_B = 0$						0.25	0.4			
r <sub>IO</sub>	Input-to-Output Internal Resistance $V_{in-out} = \pm 1.5 \text{ kV}$ for TIL111, $\pm 2.5 \text{ kV}$ for all others, See Note 6	10 <sup>11</sup>			10 <sup>11</sup>			10 <sup>11</sup>			Ω	
C <sub>IO</sub>	Input-to-Output Capacitance $V_{in-out} = 0$ , $f = 1 \text{ MHz}$ , See Note 6		1	1.3		1	1.3		1	1.3	pF	

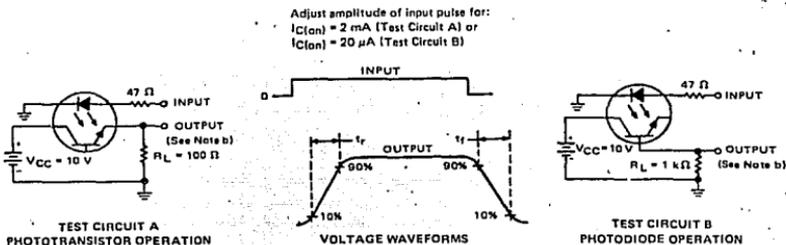
NOTE 6: These parameters are measured between both input-diode leads shorted together and all the phototransistor leads shorted together.

switching characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TIL111 TIL114			TIL116			TIL117			UNIT	
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
t <sub>r</sub>	Rise Time	Phototransistor Operation $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $I_{C(on)} = 2 \text{ mA}$ , $R_L = 100 \Omega$ , See Test Circuit A of Figure 1		5	10		5	10		5	10	μs
t <sub>f</sub>	Fall Time	Photodiode Operation $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $I_{C(on)} = 20 \mu\text{A}$ , $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , See Test Circuit B of Figure 1		5	10		5	10		5	10	μs
t <sub>r</sub>	Rise Time	Phototransistor Operation $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $I_{C(on)} = 20 \mu\text{A}$ , $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , See Test Circuit B of Figure 1		1			1			1		μs
t <sub>f</sub>	Fall Time	Photodiode Operation $V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $I_{C(on)} = 20 \mu\text{A}$ , $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ , See Test Circuit B of Figure 1		1			1			1		μs

## TYPES TIL111, TIL114, TIL116, TIL117 OPTO-COUPLEDERS

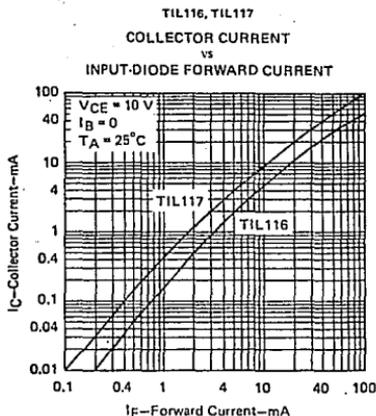
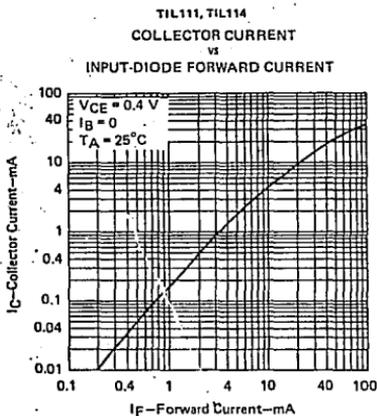
### PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



**NOTES:** a. The input waveform is supplied by a generator with the following characteristics:  $Z_{out} = 50 \Omega$ ,  $t_r < 15 \text{ ns}$ , duty cycle = 1%,  $t_w = 100 \mu\text{s}$ .  
 b. The output waveform is monitored on an oscilloscope with the following characteristics:  $t_r < 12 \text{ ns}$ ,  $R_{in} > 1 \text{ M}\Omega$ ,  $C_{in} < 20 \text{ pF}$ .

FIGURE 1—SWITCHING TIMES

### TYPICAL CHARACTERISTICS



TYPES TIL111, TIL114, TIL116, TIL117  
OPTO-COUPLEDERS

TYPICAL CHARACTERISTICS

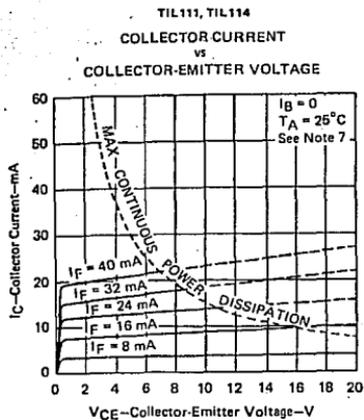


FIGURE 4

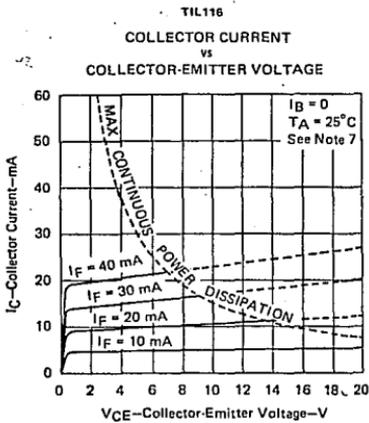


FIGURE 5

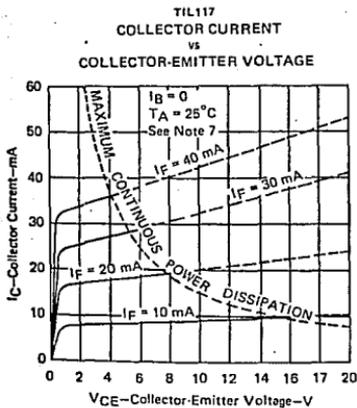


FIGURE 6

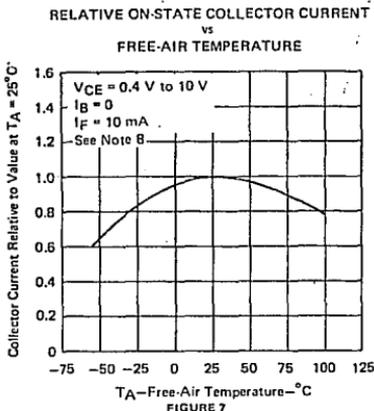


FIGURE 7

- NOTES: 7. Pulse operation of input diode is required for operation beyond limits shown by dotted lines.  
8. These parameters were measured using pulse techniques,  $t_w = 1$  ms, duty cycle  $< 25\%$ .

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA





**PLASTIC SIDE LOOK  
TRANSMISSIVE SWITCHES**  
LTH-301A



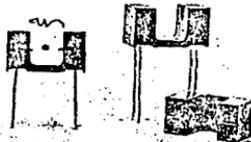
**FEATURES**

- NON-CONTACT SWITCHING.
- FOR DIRECT PC BOARD OR DUAL-IN-LINE SOCKET MOUNTING.
- FAST SWITCHING SPEED

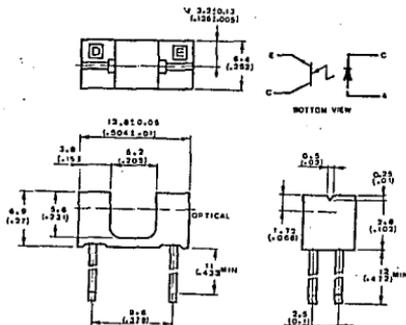
**DESCRIPTION**

The LTH-301A consists of a Gallium Arsenide infrared emitting diode and an NPN silicon phototransistor mounted in a low cost black plastic housing on opposite sides of a 0.20 (5.08mm) wide slot. Phototransistor switching takes place whenever an opaque object passes through the slot. The LTH-301A is designed for direct plating into PC boards of mounting in standard dual-line sockets.

Electrical parameters are 100% tested by manufacturing. Specifications are guaranteed to a cumulative 1% AQL.



**PACKAGE DIMENSIONS**



**NOTES:**  
 All dimensions are in millimeters (inches).  
 Tolerance is ±0.25mm (.010") unless otherwise noted.  
 Specifications are subject to change without notice.

# APENDICE A. HOJAS DE ESPECIFICACIONES

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS AT $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	MAXIMUM RATING	UNIT
Diode Power Dissipation	100	mW
Phototransistor Collector-Emitter Voltage	30	V
Phototransistor Emitter-Collector Voltage	5	V
Diode Derating Linear From $25^\circ\text{C}$	1.33	$\text{mA}/^\circ\text{C}$
Operating Temperature Range	$-55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	
Storage Temperature Range	$-55^\circ\text{C}$ to $+100^\circ\text{C}$	
Lead Soldering Temperature (1.6mm (0.063in) From Body)	$280^\circ\text{C}$ for 5 Seconds	

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS AT $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNIT	TEST CONDITION
<b>INPUT DIODE</b>						
Forward Voltage	$V_F$		1.2	1.6	V	$I_F = 20\text{ mA}$
Reverse Current	$I_R$		0	100	$\mu\text{A}$	$V_R = 5\text{ V}$
<b>OUTPUT PHOTOTRANSISTOR</b>						
Collector Phototransistor	$V_{(BR) CEO}$	30			V	$I_C = 1\text{ mA}$
Emitter Collector Breakdown Voltage	$V_{(BR) ECO}$	5			V	$I_E = 100\mu\text{A}$
Collector Emitter Dark Current	$I_{CEO}$			100	nA	$V_{CE} = 10\text{ V}, I_F = 0$
<b>COUPLER</b>						
Collector Emitter Saturation Voltage	$V_{CE (SAT)}$			0.4	V	$I_C = 0.5\text{ mA}$ $I_F = 20\text{ mA}$
On State Collector Current	$I_C (ON)$	0.5	1		mA	$V_{CE} = 5\text{ V}$ $I_F = 20\text{ mA}$

IMPROVED PRODUCTS

**TYPICAL ELECTRICAL/OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES**

25°C Ambient Temperature Unless Otherwise Noted)

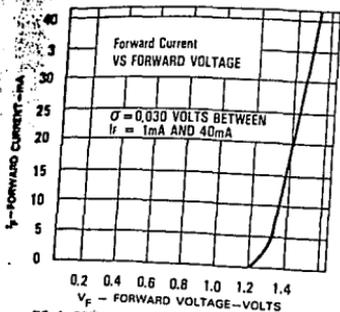


FIG. 1 FORWARD CURRENT VS FORWARD VOLTAGE

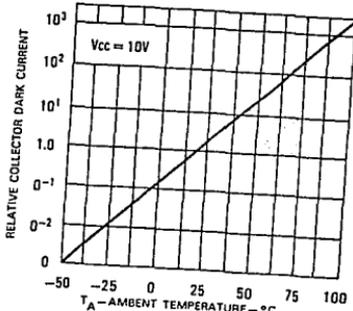


FIG. 2 RELATIVE COLLECTOR DARK CURRENT VS AMBIENT TEMPERATURE

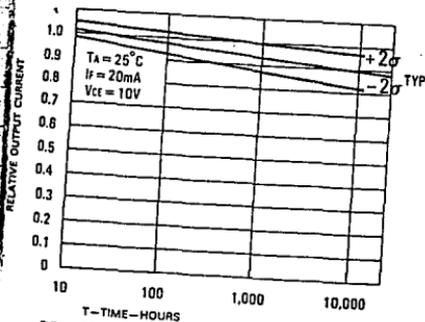


FIG. 3 RELATIVE OUTPUT CURRENT VS TIME

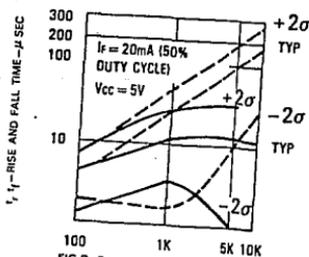
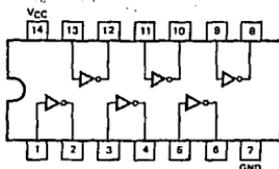


FIG. 4 RISE AND FALL TIME VS LOAD RESISTANCE

# APENDICE A. HOJAS DE ESPECIFICACIONES



J Suffix — Case 632-08 (Ceramic)  
N Suffix — Case 646-06 (Plastic)

## SN54/74LS04

HEX INVERTER  
LOW POWER SCHOTTKY

### GUARANTEED OPERATING RANGES

SYMBOL	PARAMETER		MIN	TYP	MAX	UNIT
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V <sub>CC</sub>
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

### DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
V <sub>IH</sub>	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
V <sub>IL</sub>	Input LOW Voltage	54 74		0.7 0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
V <sub>IK</sub>	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>IN</sub> = -18 mA
V <sub>OH</sub>	Output HIGH Voltage	54 74	2.5 2.7	3.5 3.5	V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>OH</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub> per Truth Table
V <sub>OL</sub>	Output LOW Voltage	54, 74 74	0.25 0.35	0.4 0.5	V	I <sub>OL</sub> = 4.0 mA I <sub>OL</sub> = 0.0 mA V <sub>CC</sub> = V <sub>CC</sub> MIN, V <sub>IN</sub> = V <sub>IL</sub> or V <sub>IH</sub> per Truth Table
I <sub>IH</sub>	Input HIGH Current			20	μA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 2.7 V
I <sub>IL</sub>	Input LOW Current			0.1	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 7.0 V
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Current	-20		-100	mA	V <sub>CC</sub> = MAX
I <sub>CC</sub>	Power Supply Current Total, Output HIGH Total, Output LOW			2.4 6.6	mA	V <sub>CC</sub> = MAX

### AC CHARACTERISTICS: T<sub>A</sub> = 25°C

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
t <sub>PLH</sub>	Turn Off Delay, Input to Output		9.0	15	ns	V <sub>CC</sub> = 5.0 V
t <sub>PHL</sub>	Turn On Delay, Input to Output		10	15	ns	C <sub>L</sub> = 15 pF

FAST AND LS TTL DATA



## SN54/74LS153

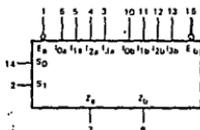
**DESCRIPTION** — The LSTTL/MSI SN54LS/74LS153 is a very high speed Dual 4-Input Multiplexer with common select inputs and individual enable inputs for each section. It can select two bits of data from four sources. The two buffered outputs present data in the true (non-inverted) form. In addition to multiplexer operation, the LS153 can generate any two functions of three variables. The LS153 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

### DUAL 4-INPUT MULTIPLEXER

LOW POWER SCHOTTKY

- MULTIFUNCTION CAPABILITY
- NON-INVERTING OUTPUTS
- SEPARATE ENABLE FOR EACH MULTIPLEXER
- INPUT CLAMP DIODES LIMIT HIGH SPEED TERMINATION EFFECTS

#### LOGIC SYMBOL



VCC = Pin 16  
GND = Pin 8

#### PIN NAMES

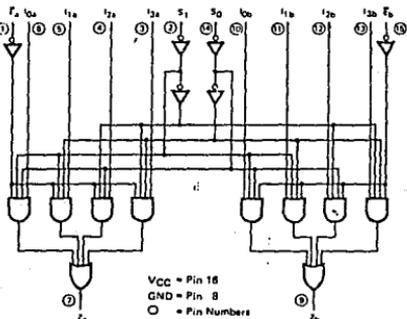
$S_0$	Common Select Input
E	Enable (Active LOW) Input
$I_0, I_1$	Multiplexer Inputs
Z	Multiplexer Output (Note b)

LOADING (Note a)	
HIGH	LOW
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
0.5 U.L.	0.25 U.L.
10 U.L.	5 (2.5) U.L.

#### NOTES:

- a. 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40  $\mu$ A HIGH/1.6 mA LOW.  
 b. The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

#### LOGIC DIAGRAM



#### CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



J Suffix — Case 620-09 (Ceramic)  
N Suffix — Case 648-08 (Plastic)

**NOTE**  
The Plastic version has the same pinout (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

FAST AND LS TTL DATA

## SN5474LS153

**FUNCTIONAL DESCRIPTION** — The LS153 is a Dual 4-Input Multiplexer fabricated with Low Power, Schottky barrier diode process for high speed. It can select two bits of data from up to four sources under the control of the common Select Inputs ( $S_0, S_1$ ). The two 4-input multiplexer circuits have individual active LOW Enables ( $\bar{E}_a, \bar{E}_b$ ) which can be used to strobe the outputs independently. When the Enables ( $\bar{E}_a, \bar{E}_b$ ) are HIGH, the corresponding outputs ( $Z_a, Z_b$ ) are forced LOW.

The LS153 is the logic implementation of a 2-pole, 4-position switch, where the position of the switch is determined by the logic levels supplied to the two Select Inputs. The logic equations for the outputs are shown below.

$$Z_a = \bar{E}_a \cdot (I_{0a} \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 + I_{1a} \cdot \bar{S}_1 \cdot S_0 + I_{2a} \cdot S_1 \cdot \bar{S}_0 + I_{3a} \cdot S_1 \cdot S_0)$$

$$Z_b = \bar{E}_b \cdot (I_{0b} \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 + I_{1b} \cdot \bar{S}_1 \cdot S_0 + I_{2b} \cdot S_1 \cdot \bar{S}_0 + I_{3b} \cdot S_1 \cdot S_0)$$

The LS153 can be used to move data from a group of registers to a common output bus. The particular register from which the data came would be determined by the state of the Select Inputs. A less obvious application is a function generator. The LS153 can generate two functions of three variables. This is useful for implementing highly irregular random logic.

**TRUTH TABLE**

SELECT INPUTS		INPUTS (a or b)				OUTPUT	
$S_0$	$S_1$	$I_0$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	Z	
X	X	H	X	X	X	X	L
L	L	L	L	X	X	X	L
L	L	L	H	X	X	X	H
H	L	L	X	L	X	X	L
H	L	L	X	H	X	X	H
L	H	L	X	X	L	X	L
L	H	L	X	X	H	X	H
H	H	L	X	X	X	L	L
H	H	L	X	X	X	H	H

H = HIGH Voltage Level  
 L = LOW Voltage Level  
 X = Don't Care

**GUARANTEED OPERATING RANGES**

SYMBOL	PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNIT
VCC	Supply Voltage	54	4.5	5.0	V
		74	4.75	5.0	
TA	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	°C
		74	0	25	
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74		-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54		4.0	mA
		74		8.0	

FAST AND LS TTL DATA

# APENDICE A. HOJAS DE ESPECIFICACIONES

SN5474LS153

## DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
$V_{IH}$	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs
$V_{IL}$	Input LOW Voltage	54			0.7	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs
		74			0.8	
$V_{IK}$	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $I_{IH} = -18 \text{ mA}$
$V_{OH}$	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}$ , $I_{OH} = \text{MAX}$ , $V_{IH} = V_{IH}$ or $V_{IL}$ per Truth Table
		74	2.7	3.5	V	
$V_{OL}$	Output LOW Voltage	54,74	0.25	0.4	V	$I_{OL} = 4.0 \text{ mA}$ , $V_{IH} = V_{IL}$ or $V_{IH}$ per Truth Table
		74	0.35	0.5	V	
$I_{IH}$	Input HIGH Current			20	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = 2.7 \text{ V}$
				0.1	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = 7.0 \text{ V}$
$I_{IL}$	Input LOW Current			-0.4	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$ , $V_{IN} = 0.4 \text{ V}$
$I_{QS}$	Short Circuit Current	-20		-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$
$I_{CC}$	Power Supply Current			10	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$

## AC CHARACTERISTICS: $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	TYP	MAX		
$t_{PLH}$	Propagation Delay Data to Output		10	15	ns	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$ $C_L = 16 \text{ pF}$
$t_{PHL}$	Propagation Delay Data to Output		17	26	ns	
$t_{PLH}$	Propagation Delay Select to Output		19	29	ns	
$t_{PHL}$	Propagation Delay Select to Output		25	38	ns	
$t_{PLH}$	Propagation Delay Enable to Output		16	24	ns	Fig. 2
$t_{PHL}$	Propagation Delay Enable to Output		21	32	ns	

## AC WAVEFORMS

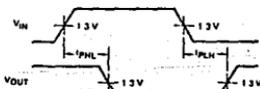


Fig. 1

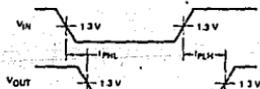
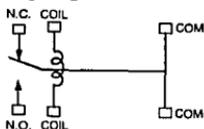


Fig. 2

FAST AND LS TTL DATA

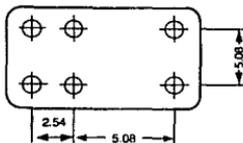
# APENDICE A. HOJAS DE ESPECIFICACIONES

## Wiring Diagram (bottom view)



N.O.—Normally Open  
N.C.—Normally Closed  
Voltage: 5VDC  
Coil Resistance: 55 ohms  
Nominal Current: 90mA  
Contact Rating: 1A at 125VAC

## Drill Plan (bottom view)



275-240

Made in Taiwan  
Custom Packaged in USA for Radio Shack  
A Division of Tandy Corp., Fort Worth, TX 76102



CASE 20  
TO-206AF  
(TO-72)



CASE 22  
TO-206AA  
(TO-18)



CASE 27  
TO-206AC  
(TO-52)



CASE 26  
TO-206AB  
(TO-46)



CASE 79  
TO-205AD  
(TO-39)

## Small-Signal Bipolar Transistors

### Metal Packaged:

General-Purpose Transistors . . . . .	165
Switching Transistors . . . . .	167
Chopper Transistors . . . . .	168
Darlington Transistors . . . . .	169
High-Gain Low-Noise Transistors . . . . .	169
High-Frequency Amplifiers/Oscillators . . . . .	169
High-Voltage/High Current Transistors . . . . .	170

## General-Purpose Transistors

Designed for dc to VHF amplifier and general-purpose switching applications, listed in decreasing order of  $V_{(BR)CEO}$  within each package group.

Package	Device	$V_{(BR)CEO}$ Volts Min	$f_T$ MHz Min	$I_C$ mA @	$I_C$ mA Max	$V_{CE}$ Min	$V_{CE}$ Max	$I_C$ mA
<b>NPN</b>								
TO-206AA (TO-18)	2N2856	90	120	50	1000	60	200	150
	2N3700#	80	80	1.0	1000	50		500
	2N2895	65	120	50	1000	40	120	150
	2N956	50	70	50		40	120	150
	2N2897	45	100	50	1000	50	200	150
	2N718A	40	50	50		40	120	150
	2N2221A#	40	250	20	800	40	120	150
	2N2222A†	40	300	20	800	100	300	150
	2N3946	40	300	10	200	50	150	10
	2N3947	40	300	10	200	100	300	10
	2N2222#	30	250	20	800	100	300	150
	2N3302	30	250	50	500	100	300	150
	2N916*	25	300	10		50	200	10
	TO-205AD (TO-39)	2N1711	80	70	50		100	300
2N3019#		80	100	50	1000	100	300	150
2N3020		80	60	50	1000	40	120	150
2N1613#		50	60	50	500	40	120	150
2N2193A		50	50	50	1000	40	120	150
2N2570		45	100	50	1000	50	200	150
2N107		40	50	50		40	120	150
2N218A#		40	250	20	800	40	120	150
2N2219A†		40	300	20	800	100	300	150
2N3053		40	100	50	700	50	250	150
2N2218#		30	250	20	800	40	120	150
2N2219#		30	250	20	800	100	300	150
2N3300		30	250	50	500	100	300	150
TO-206AB (TO-46)		2N5581**	40	250	20	800	40	120
	2N5582**	40	300	20	800	100	300	150
TO-206AC (TO-52)	MM3903	40	250	10	200	50	150	10
	MM3904	40	300	10	200	100	300	10

\*JAN available

\*\*JAN JANIX available

†JAN JANIX JANIXV available

‡JAN JANIX JANIXVJANS available

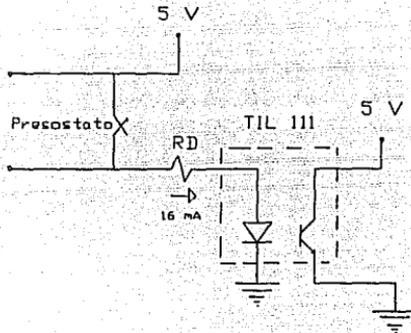
(continued)

# APENDICE "B"      CALCULOS

CALCULOS

PARAMETRO 1

PRESION



CARACTERISTICAS

VD de 1.2 a 1.4

ID = 16 mA

PARA VD = 1.2 V

Vcc - IDR - VD = 0

$$RD = (V_{cc} - VD) / ID = (5 - 1.2) / 16E-3$$

$$RD = 237.5 \text{ ohms}$$

$$P = VI = 3.8 * 16E-3 = 0.0608 \text{ W}$$

## APENDICE B. CALCULOS

Para fines de seguridad en los componentes la potencia se duplica teniendo como resultado lo siguiente:

$$P = 0.0608 * 2 = 0.1216 \text{ W}$$

$$\text{PARA } V_D = 1.4 \text{ V}$$

$$V_{cc} - I_{DRD} - V_D = 0$$

$$R_D = (V_{cc} - V_D)/I_D = (5 - 1.4)/16E-3$$

$$R_D = 225 \text{ ohms}$$

$$P = V_I = 1.4 * 16E-3 = 0.0576 \text{ W}$$

$$P = 0.0576 * 2 = 0.115 \text{ W}$$

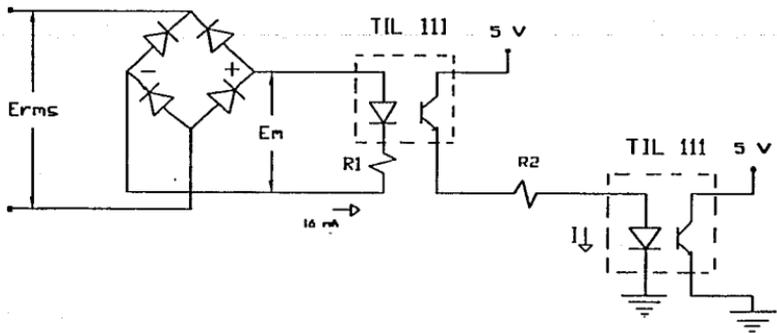
La resistencia que se implementó fue:

$$R_D = 220 \text{ ohms a } 1/4 \text{ W}$$

como se observa se encuentra dentro del rango de las resistencias antes calculadas.

### PARAMETRO 2

#### ULTRASONIDO



$$E_{rms} = 58 \text{ Vac}$$

$$E_m = 1.4 (E_{rms}) = 1.4 * 58$$

$$E_m = 81.2 \text{ V}$$

### CARACTERISTICAS

VD de 1.2 a 1.4

$$I_D = 16 \text{ mA}$$

Determinando R1

- Con VD = 1.2 V

$$E_m - V_D - I_D R_1 = 0$$

$$R_1 = (E_m - V_D) / I_D = (81.2 - 1.2) / 16E-3$$

$$R_1 = 5 \text{ K ohms}$$

$$P = VI = 80 * 16E-3 = 1.28 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 1.28 * 2 = 2.56 \text{ W}$$

- Con VD = 1.4 V

$$R_1 = (E_m - V_D) / I_D = (81.2 - 1.4) / 16E-3$$

$$R_1 = 4.98 \text{ K ohms}$$

$$P = 79.8 * 16E-3 = 1.276 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 1.276 * 2 = 2.55 \text{ W}$$

La resistencia que se implementó fue:

$$R_1 = 5 \text{ K ohms a } 3 \text{ W}$$

Determinando R2

$$\text{- Con } V_D = 1.2 \text{ V}$$

$$V_{cc} - I_{DR2} \cdot V_D = 0$$

$$R2 = (V_{cc} - V_D)/I_D = (5 - 1.2)/16E-3$$

$$R2 = 237.5 \text{ ohms}$$

$$P = V \cdot I = 3.8 \cdot 16E-3$$

$$P = 0.0608 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 0.0608 \cdot 2 = 0.1216 \text{ W}$$

$$\text{- Con } V_D = 1.4 \text{ V}$$

$$R2 = (V_{cc} - V_D)/I_D = (5 - 1.4)/16E-3$$

$$R2 = 225 \text{ ohms}$$

$$P = V \cdot I = 3.6 \cdot 16E-3$$

$$P = 0.0576 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 0.0576 \cdot 2 = 0.115 \text{ W}$$

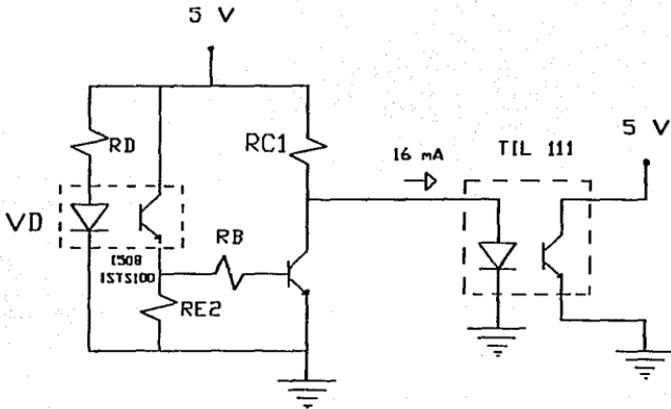
La resistencia implementada fue:

$$R2 = 220 \text{ ohms a } 1/4 \text{ W}$$

Se puede observar que dicho valor se encuentra entre los límites antes encontrados.

PARAMETRO 3

POSICION DEL HORN



CARACTERISTICAS

Fototransistor

$V_{CEmax} = 30\text{ V}$        $V_{ECmax} = 5\text{ V}$   
 $I_{Dmax} = 1.33\text{ mA}$        $V_{CEsat} = 0.4\text{ V}$   
 $I_{C(sat)} = 0.5\text{ mA}$        $I_{F(sat)} = 20\text{ mA}$   
 $V_{CE(on)} = 5\text{ V}$        $I_{F(on)} = 20\text{ mA}$   
 $I_{C(on)}$  de 0.5 a 1 mA

Fotodiodo

$V_{CB} = 0.4\text{ V}$        $I_F = 16\text{ mA}$   
 $V_D$  de 1.2 a 1.4 V

Diodo

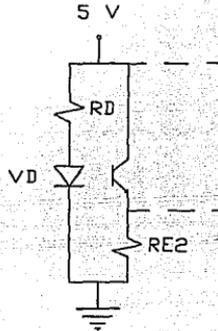
$V_D$  de 1.2 a 1.4 V       $I_D = 20\text{ mA}$

2N2222A

IC de 20 a 800 mA

B de 100 a 300

IC(típica) = 150 mA



Determinando RD

Con VD = 1.2 V

$$V_{cc} - I_{DRD} - V_D = 0$$

$$RD = (V_{cc} - V_D) / I_D = (5 - 1.2) / 20E-3$$

$$RD = 190 \text{ ohms}$$

$$P = VI = 3.8 * 20E-3$$

$$P = 0.076 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 0.076 * 2 = 0.152 \text{ W}$$

Con VD = 1.4 V

$$RD = (V_{cc} - V_D) / I_D = (5 - 1.4) / 20E-3$$

$$RD = 170 \text{ ohms}$$

$$P = VI = 3.4 * 20E-3$$

$$P = 0.068 \text{ W}$$

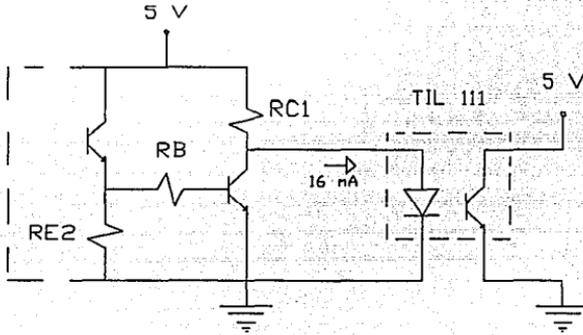
Para protección

$$P = 0.068 * 2 = 0.136 \text{ W}$$

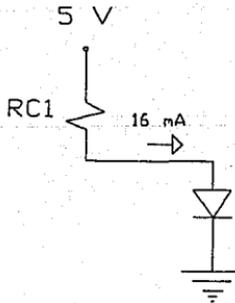
La resistencia implementada fue:

$$RD = 180 \text{ ohms a } 1/4 \text{ W}$$

que se encuentra dentro del rango antes visto.



Determinando  $RC1$



Con  $VD = 1.2 \text{ V}$

$$V_{cc} - RC1I_D - V_D = 0$$

$$RC1 = (V_{cc} - V_D)/I_D = (5 - 1.2)/16E-3$$

$$RC1 = 237.5 \text{ ohms}$$

$$P = VI = 3.8 * 16E-3$$

$$P = 0.0608 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 0.0608 * 2 = 0.1216 \text{ W}$$

$$\text{Con } V_D = 1.4 \text{ V}$$

$$RC1 = (V_{cc} - V_D)/I_D = (5 - 1.4)/16E-3$$

$$RC1 = 225 \text{ ohms}$$

$$P = VI = 3.6 * 16E-3$$

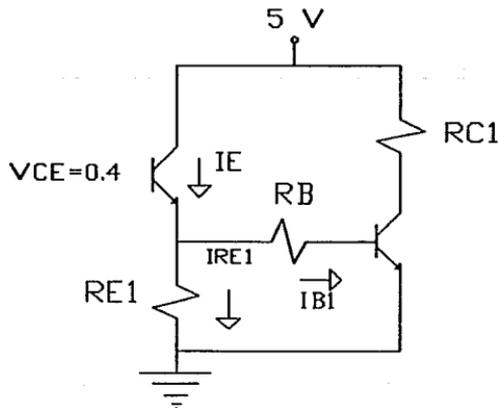
$$P = 0.0576 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 0.0576 * 2 = 0.115 \text{ W}$$

La resistencia que se implementó fue:

$$RC1 = 230 \text{ ohms a } 1/4 \text{ W}$$



$$IB1 = I_c / B = 20E-3 / 200$$

$$IB1 = 0.1 \text{ mA}$$

$$IE = IB1 + IRE1$$

$$IRE1 = 20E-3 - 0.1E-3 = 19 \text{ mA}$$

Determinando RE1

$$V_{cc} - V_{CE} - IRE1 * RE1 = 0$$

$$RE1 = (V_{cc} - V_{CE}) / IRE1 = (5 - 0.4) / 19E-3$$

$$RE1 = 242.1 \text{ ohms}$$

$$P = VI = 4.6 * 19E-3$$

$$P = 0.0874 \text{ W}$$

Para protección

$$P = 0.0874 * 2 = 0.1748 \text{ W}$$

proponiendo una resistencia de RE1 = 220 ohms

$$IRE1 = (4.6) / (220) = 0.0209 \text{ A}$$

proponiendo una resistencia de RE1 = 280 ohms

$$IRE1 = (4.6) / (280) = 0.0164 \text{ A}$$

Como se puede observar la resistencia comercial que se acerca a la  $I_c$  requerida es la de

$$IRE1 = 220 \text{ ohms a } 1/4 \text{ W}$$

Determinando RB

$$V_{cc} - V_{CE} - IB1 * RB - V_{BEsat} = 0$$

$$RB = (V_{cc} - V_{CE} - V_{BEsat}) / IB1$$

$$R_B = (5 - 0.4 - 0.75) / (0.1E-3)$$

$$R_B = 38.5 \text{ K ohms}$$

proponiendo  $R_B = 39 \text{ K ohms}$

$$I_{B1} = 3.85 / 39K = 0.0987 \text{ mA}$$

proponiendo  $R_B = 33 \text{ K ohms}$

$$I_{B1} = 3.8 / 33K = 0.116 \text{ K ohms}$$

Como se puede ver cualquiera de las dos resistencias se puede implementar, en este caso se utilizó

$$R_B = 33 \text{ K ohms}$$

$$P = VI = 3.85 * 0.1E-3$$

$$P = 3.85E-4 \text{ W}$$

para protección

$$P = 3.85E-4 * 2 = 0.77 \text{ mW}$$

La resistencia que se implementó fue :

$$R_B = 33 \text{ K ohms a } 1/4 \text{ W}$$

## **Bibliografía**

- 1.- **AND Led and Lcd products**, William J. Purdy Company, U.S.A., 1990.
- 2.- **Aplicación de la estadística al control de calidad**, Angel Pola Maseda, Vol. 10, Marcombo S.A., Colección "Productica", Barcelona, España, 1988, 115 p.
- 3.- Shepard Jeffrey D., "Lower the Voltage, Raise the Power ", **Byte** , McGraw-Hill, U.S.A. Mensual, Número 14, Diciembre 1992, pp. 137 a 142.
- 4.- **Computer Architecture and Logic Design**, Thomas C. Bartee, Mc Graw-Hill, Singapore, 1992, 628 p.
- 5.- **El ABC del Microsoft Word**, Alan R. Neibauer, Ventura Ediciones S.A. de C.V., D.F., México, 1992, 373 p.
- 6.- **El ABC del Ventura**, Robert Cowart et al., Ventura Ediciones S.A. de C.V., D.F., México, 1990, 355 p.
- 7.- **Engineers Mini-Notebook. Optoelectronics Circuits**, Forrest M. Mims III, Tandy Corporation, U.S.A., 1986, 48p.
- 8.- **Gestión de Calidad**, Miguel Udaondo Duran, Ediciones Díaz Santos S.A., Madrid, España, 1992, 343 p.
- 9.- **IBM/PC, Guía del IBM/PC (DOS 2.0) y XT**, L.J. Graham y T. Field, McGraw-Hill, Madrid, España, 1986, 608 p.
- 10.- **Introducción a la Ingeniería y al Proyecto en la Ingeniería**, Edward V. Krick, Limusa-Wiley S.A., D.F., México, 1967, 272 p.

## BIBLIOGRAFIA

---

- 11.- **Lógica Digital y Diseño de Computadores**, M. Morris Mano, Prentice Hall, D.F., México, 1990, 636 p.
- 12.- **Manual de Control de calidad**, J.M. Juran et. al., Reverté S.A., Madrid, España, 1983, 1509 p.
- 13.- **Manual de mantenimiento. Selladoras de plástico por ultrasonido**, Branson Sonic Power Company, U.S.A., 1983.
- 14.- Shina Sammy G. et al., "Concurrent Engineering", **Spectrum, The Institute of Electrical and Electronic Engineers, INC.**, U.S.A., Mensual, Número 7, Julio 1991, pp.22 a 32.
- 15.- **THE IBM PC, from the inside out**, Murray Sargent & Richard L. Shoemaker, Addison-Wesley, U.S.A., 1986, 483 p.
- 16.- México, **Tratado de libre comercio entre México, Canadá y Estados Unidos**. Mensaje Presidencial. Resumen Oficial, SECOFI, México, 1992, 90p.
- 17.- **TTL Cookbook**, Dan Lancaster, Howard W. Sams & Co., U.S.A., 1974, 335 p.