

ESCUELA SUPERIOR

POLITECNICA DEL LITORAL

ESPOL-CIB
INVENTARIO FÍSICO

12 SEP 2013

POR: *[Signature]*
Ing. *[Signature]* José Nieto M
ASISTENTE TÉCNICO ESPOL-CIB

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

TOPICO DE GRADUACION

INSTRUMENTACION ELECTRONICA

PROFESOR:

ING. GOMER RUBIO

ESTUDIANTES:

DELIA H. GALVEZ PROCEL

JORGE E. PLAZA P.

RICHARD E. VALAREZO E.

1992 - 1993

T
621.317
G182

Liliana O
16/12/17

ESPOL-CIB
INVENTARIO FÍSICO

03 SEP 2018

POR: *[Signature]*



BIBLIOTECA



1. INTRODUCCION

El proyecto de la Torre secadora de arroz es un ejemplo de la aplicación en la industria de la instrumentación electrónica, mediante la cual podemos adquirir información del medio ambiente, procesarla y ejecutar las medidas necesarias para ejercer el control de un determinado proceso.

Es decir tomamos los datos requeridos del medio externo en un nivel analógico para un programa de control que va a ser analizado, procesado y ejecutado por la computadora a través de las diferentes interfases, para el control automático del proceso.

Con el presente trabajo se destaca la importancia de la aplicación de la instrumentación electrónica para el control y automatización de procesos industriales, como es en este caso aplicado al secado de arroz, además nos da una idea de la versatilidad de su aplicación ya que puede ser una base para el control de otros procesos, ya sea en el secado de otros granos u otros procesos

afines.

Podemos afirmar que en la realización de este proyecto hemos abarcado gran parte de la rama de la instrumentación electrónica, desde la adquisición de información a partir de dispositivos sensores para los datos de humedad y temperatura, su procesamiento analógico para luego ser transformados en un dato digital, para que puedan ser interpretados correctamente por la computadora, para que ejerza el control correspondiente sobre el proceso, desde la activación de cargas hasta la suspensión del proceso en caso de fallas o cuando haya terminado el mismo.



BIBLIOTECA

2. DESCRIPCION GENERAL DEL PANEL

2. 1. ALIMENTACION Y CONTROL

Los contactores de fuerza m_1 , m_2 , m_3 , m_4 reciben una alimentación trifásica, los mismos que tienen como finalidad energizar los motores trifásicos que sirven para activar el ventilador que hace circular el aire caliente en el interior de la tolva, mover la zaranda y otros elementos que se requieren en el proceso. Todos los elementos que intervienen en este proceso se muestran en diagrama de bloques al final de este capítulo.

El proyecto de la Torre Secadora de Arroz cuenta para su funcionamiento con dos

alternativas de control: manual y automático.

2. 1. 1. CONTROL MANUAL

Para ejercer el control manual es necesario pulsar en la posición MAN, un interruptor de tres vías dos posiciones con lo cual se cierra el contactor ms el mismo que energiza la tarjeta de control de encendido de la chispa y la válvula solenoide que maneja la entrada de gas.

Con este procedimiento se habilita los cuatro interruptores que alimentan a cada uno de los motores, que según el criterio del operador pueden ser energizados o no.

Para este efecto se ha diseñado una tarjeta que le permitirá al operador controlar el encendido y apagado de la chispa y también operar la válvula de gas.

2. 1. 2. TARJETA DE CONTROL MANUAL PARA LA VALVULA

DE GAS Y ENCENDIDO DE CHISPA.

Para el objetivo propuesto, es necesario tener en cuenta en que momento se llega a la temperatura deseada, que para este caso es de 35 °C la mínima temperatura y la máxima es de 40 °C.

Por este motivo se diseñó una tarjeta donde se muestran visualmente en el momento que se llega a 35 °C y 40 °C. El circuito cuenta con cuatro etapas que son: la entrada de datos, la etapa sumadora y amplificadora, la etapa de comparación y finalmente la etapa donde se visualizan en el instante que ocurren el mínimo y máximo de temperatura.

La etapa donde se ingresan los datos de temperatura que llegan en forma de voltaje y que se los ingresa a la tarjeta por medio de una resistencia de 10 K para cada entrada, que para este caso solo se toman tres puntos de prueba de temperatura, tal como se

muestra en la figura 1, tambien se coloco una resistencia de 5.6 K para formar un divisor de voltaje que de esta forma se suman todas las entradas y se saca un promedio pero disminuido por causa del divisor de voltaje, esto se hace con la finalidad de no saturar el amplificador operacional.

La etapa sumadora y amplificadora esta compuesta por un OP-AMP configurado como un amplificador sumador no inversor. Este amplificador tiene una ganancia de:

$$V_{out}/V_{in} = (1+10K/10K) = 2$$

es decir que la entrada promedio de temperatura es amplificada dos veces.

La siguiente etapa es la comparadora la cual se compone de dos amplificadores operacionales que compara un nivel de voltaje prefijado por los potenciometros de control y el nivel de voltaje de entrada que

corresponde a la salida del amplificador sumador.

El potenciómetro número uno me regula el nivel mínimo, o sea 35 °C, este nivel de voltaje es de 1.305 voltios, y el potenciómetro número dos me regula el nivel máximo que es 40 °C y este nivel de voltaje es de 1.403 voltios. La etapa siguiente es la de visualización que está formada por dos leds, uno amarillo y otro rojo, los que me indican el mínimo y máximo de temperatura respectivamente (rojo = 40 °C y amarillo = 35 °C).

En otras palabras este sistema me permite conocer en que momento se llega a la temperatura requerida y así para cuando se está trabajando en la posición MANUAL poder activar o desactivar tanto la válvula de gas como el interruptor de chispa.

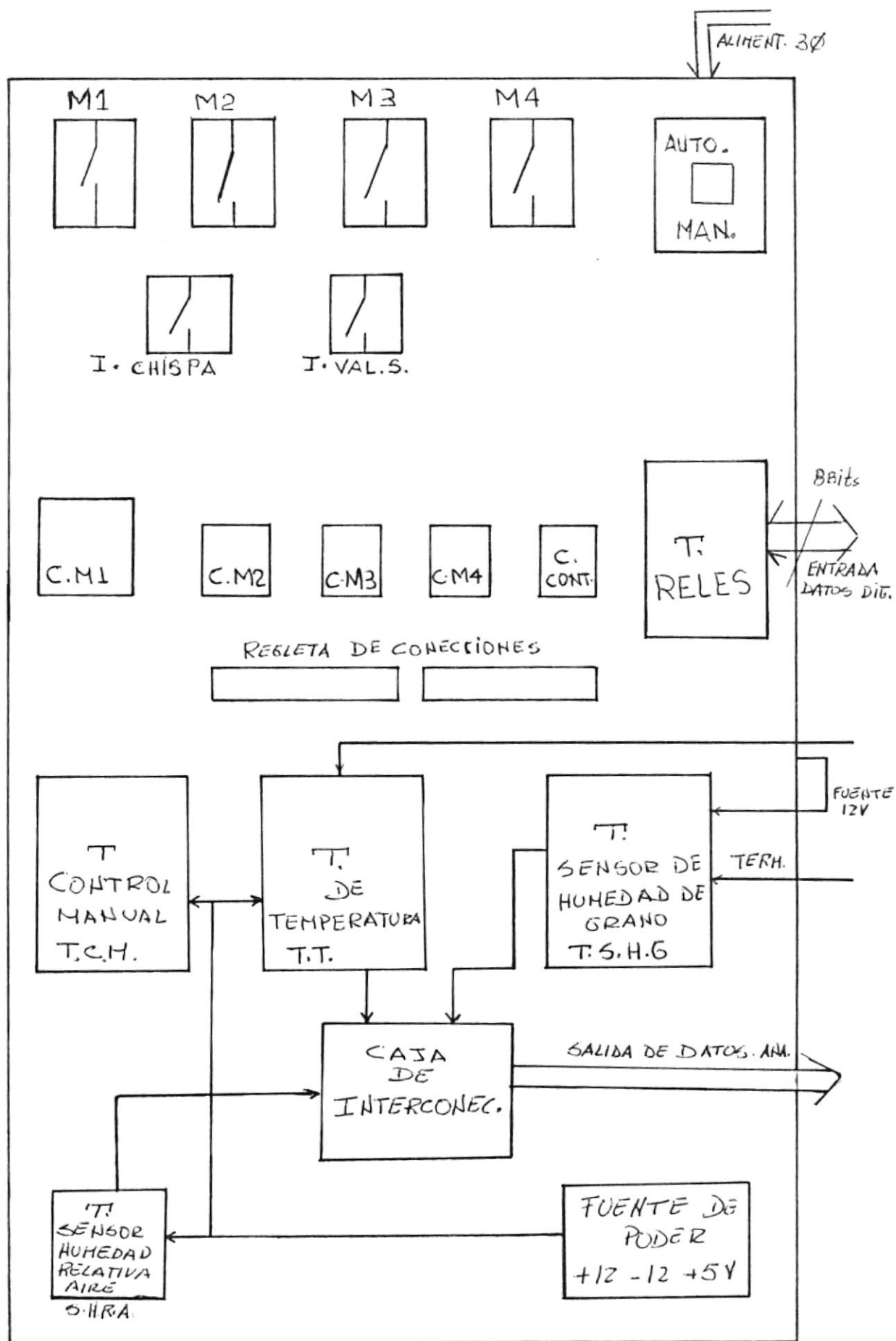
2. 1. 3. CONTROL AUTOMATICO

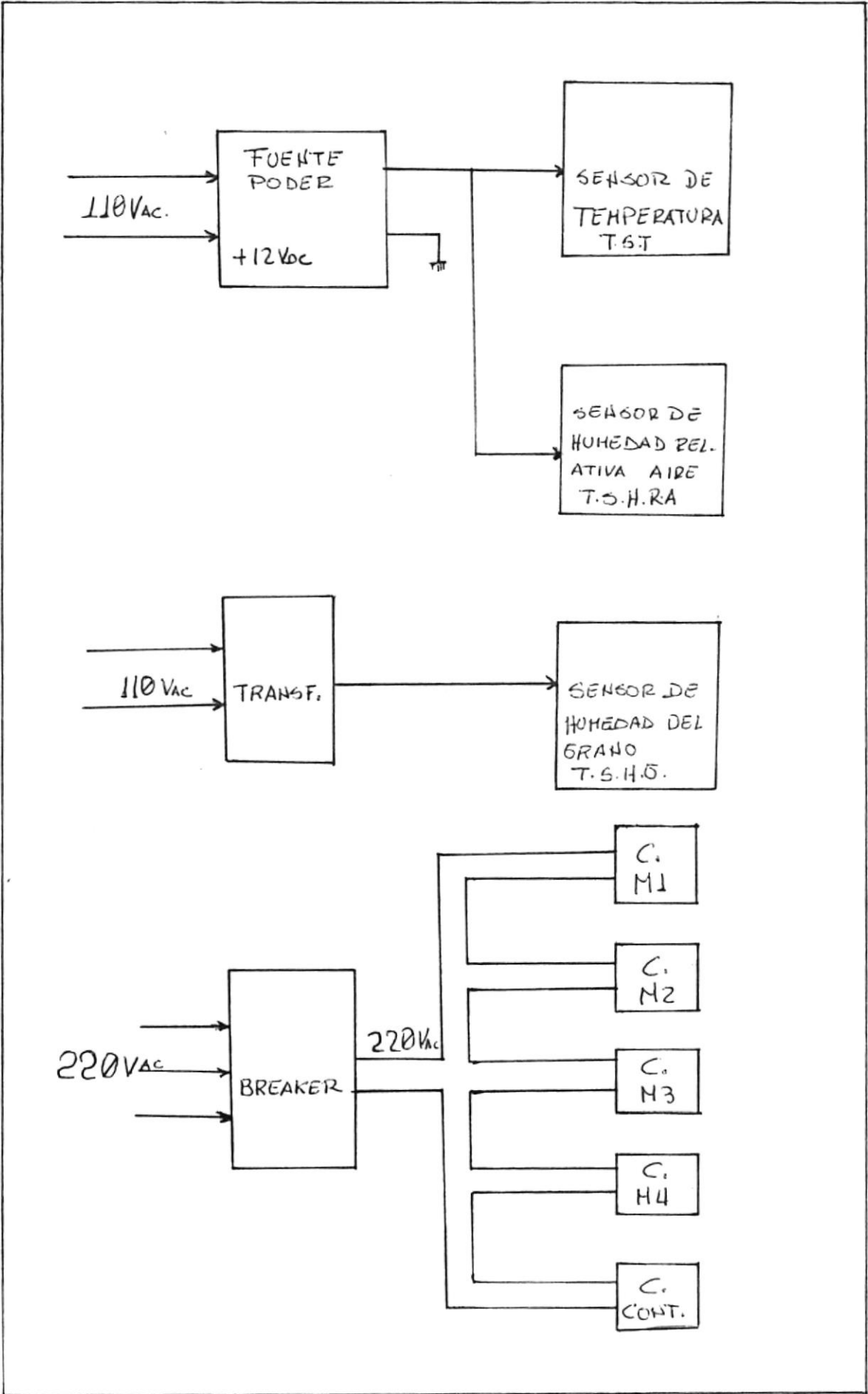
Para seleccionar el control automático, se accionará el interruptor de tres vías en la posición AUT, con lo cual se energizará la tarjeta de RELES, que esta compuesta por ocho relés, los mismos que van a ser activados o desactivados por la computadora, estos relés energizan los cuatro motores, la válvula solenoide y el encendido de la chispa; los dos relés restantes están libres para que puedan ser utilizados en aplicaciones posteriores del proceso.

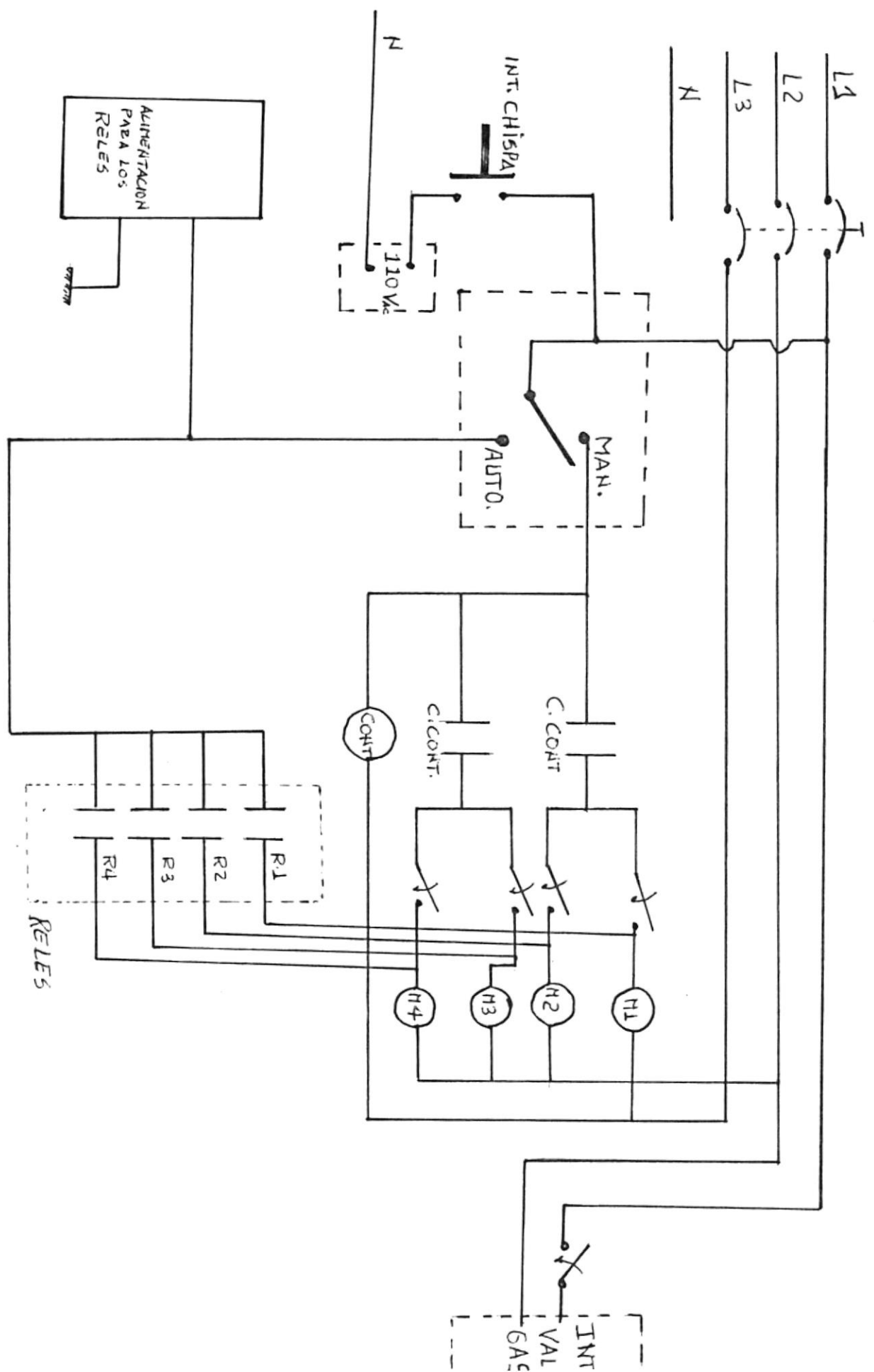
Es de anotar que cuando se selecciona la posición AUT queda desconectado todo el sistema manual, es decir que el control de la válvula solenoide y de la chispa de encendido como medida de precaución no están a cargo del operador. Para estos dos elementos se cuenta con un control automático, en el cual se toma una señal de

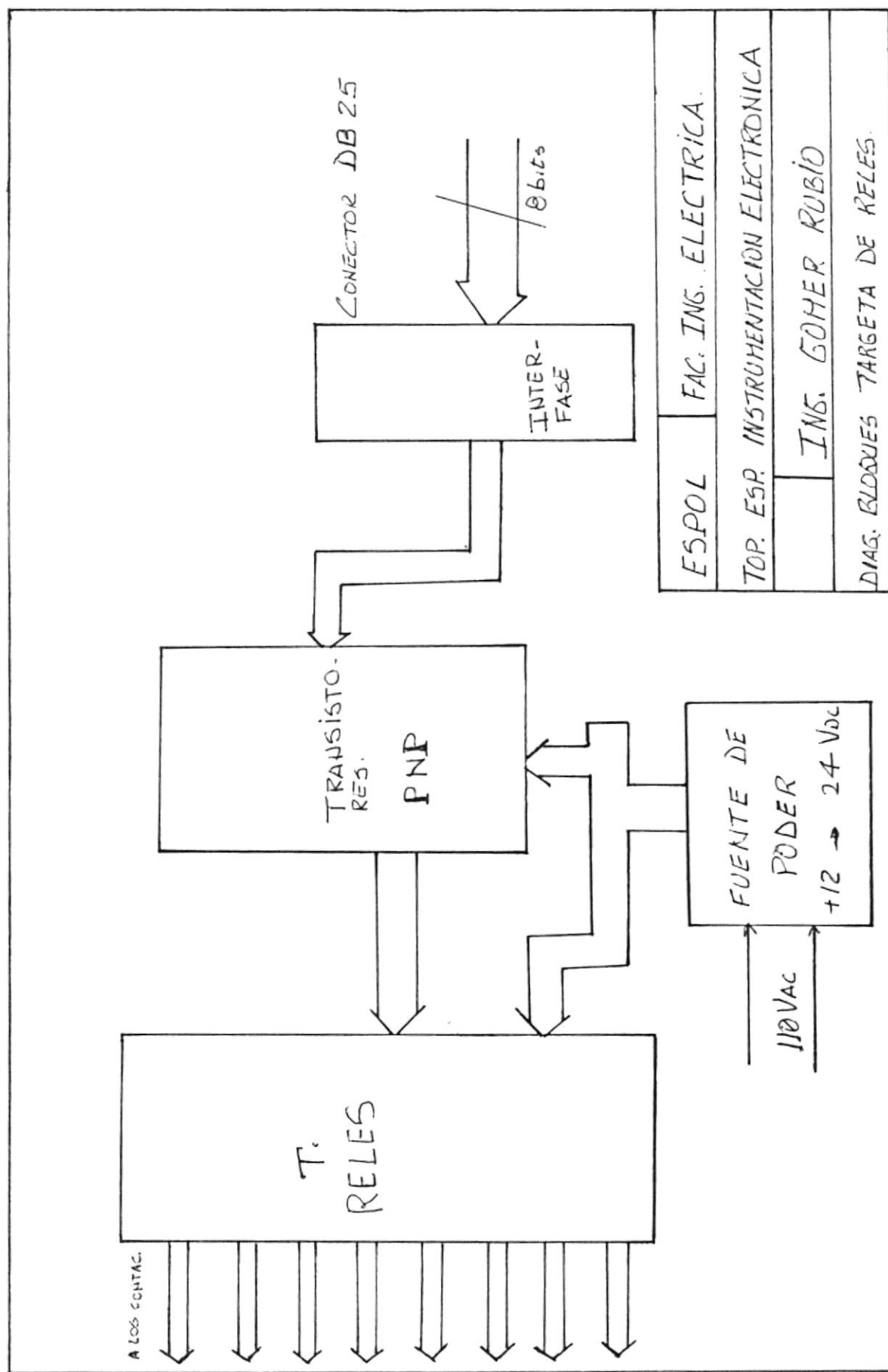
referencia del medidor de temperatura y cuando se presente un valor mínimo de este parámetro hará que se active el circuito y se desenergice en caso de que se presente un valor máximo del mismo.

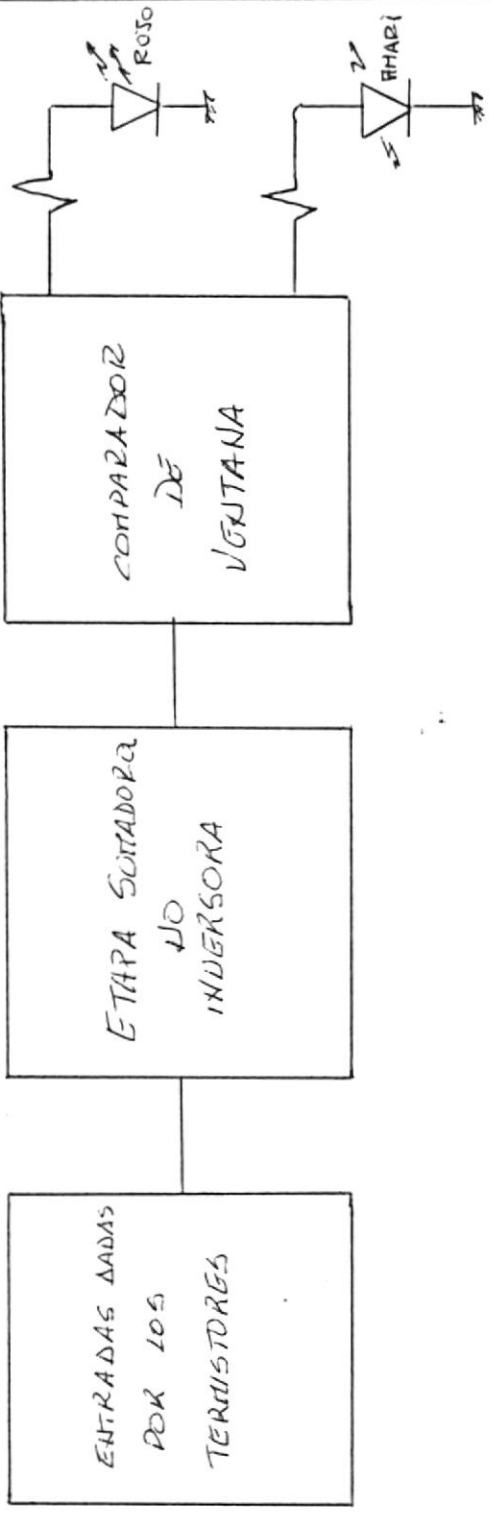
En cuanto al funcionamiento del control por computadora se cuenta con una interfase, cuya función es acoplar los datos obtenidos por los sensores como son temperatura, humedad del grano y humedad relativa del aire para que puedan ser leídos por la computadora por medio de la tarjeta de adquisición de datos, la cual posee dieciséis canales de entrada.



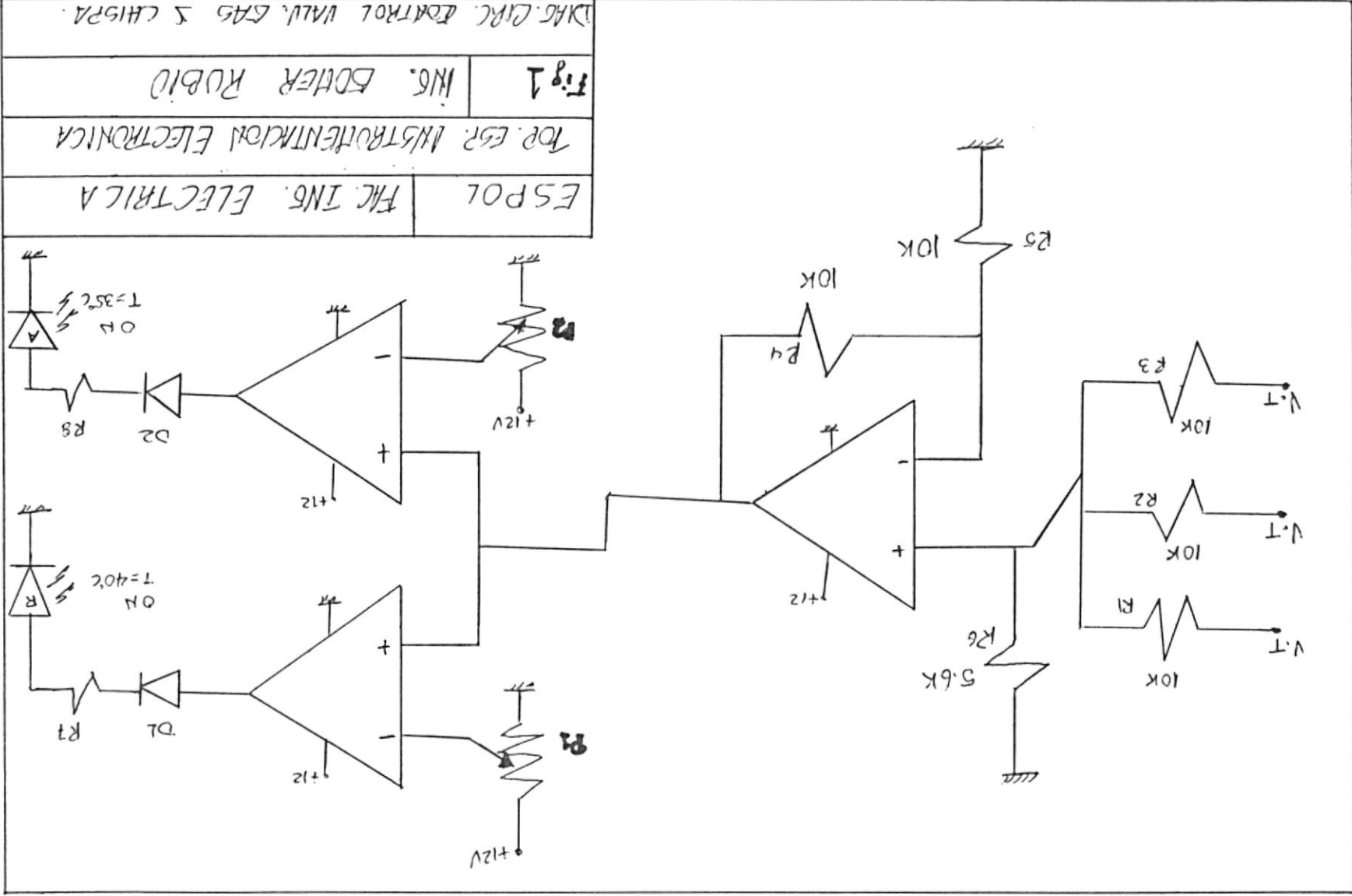








ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
	ING. GONER RUBIO
DIAG. BUCLES DEL CONTROL DE VALVULAS Y CHISPA	



ESPOL	FAC ING. ELECTRICA	TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	Fig 1	ING. BOVER RUBIO	DAG. CIRC. CONTROL VALV. GAS S. CHISPA.
-------	--------------------	---------------------------------------	-------	------------------	---

3. PROTECCION DEL SISTEMA

Para garantizar que el proceso se realice con la mayor seguridad y eficacia y para evitar que se produzcan daños, el sistema cuenta con protección contra fuera de fase, sobre y bajo voltaje, previniendo de manera oportuna fallas en el caso que se presenten apagones, ya que cuando se produce la reposición de energía suele presentarse altas corrientes que pueden llegar a afectar los circuitos, especialmente los más sensibles.

Existe un circuito electrónico sensor, que hace que la unidad de potencia, desenergice al sistema para protección en el caso que se presenten anomalías en los niveles de voltaje como sobre y bajo voltaje.

Cuando el nivel de voltaje recupera su valor normal, entonces se realiza la conexión de manera automática, una vez que se haya cumplido el retardo.

Cuando se presentan fallas en cualquiera de las fases, el sistema de protección de falla de fase previene que se produzcan daños en los circuitos.

El sistema de protección (figura 2) esta constituido por:

3. 1. RECTIFICADOR TRIFASICO DE MEDIA ONDA

Este rectificador esta formado por los diodos D1, D2, D3.

3. 2. REDUCTOR DE TENSION

Las resistencias en paralelo R1 y R2 disipan el voltaje diferencial resultante de la red trifásica y R3 tiene como finalidad limpiar picos y transientes que se presenten.

C1 y Z1, filtran y estabilizan el voltaje respectivamente, para obtener un voltaje de salida de 18 V, el mismo que es utilizado para energizar al regulador de 12 V que va a alimentar al sistema de protección.

En serie con el circuito reductor se encuentra un fusible, para el caso que se presente algun cortocircuito.

3. 3. CIRCUITO PARA FILTRADO DE TRANSIENTE

Para lograr transformar las pulsaciones de corriente a un voltaje DC proporcional se tiene la red pasiva formada por C4 y R6, C5 y R7 y R8 con C6 con los cuales se elimina ruido en la línea.

3. 4. COMPARADOR DE SOBRE Y BAJO VOLTAJE

Su operación la realiza como un comparador de ventana.

El circuito está formado por dos IC que hacen la función de comparadores de voltaje, los voltajes de referencia de sobre y bajo voltaje están dados por los potenciómetros P1 y P2, el voltaje de salida alto se lo obtiene mediante R9.

Se obtiene un voltaje alto en el caso de que R9 esté a tierra, lo cual ocurre cuando las entradas al comparador se encuentren en una ventana de sobre y bajo voltaje.

Se tendrá una salida baja cuando se encuentre fuera de rango de la ventana de voltaje.

3. 5. SEPARADOR DEL CIRCUITO

Mediante el transistor Tr1, se energiza o no al circuito de retardo de tiempo, según se trabaje en condiciones normales o si se presenta alguna anomalía.

Cuando el comparador está dentro de la zona de

ventana, entonces Tr1 recibe igual voltaje tanto en la base como en el emisor, llevando al transistor al estado de corte; y cuando se presenta una diferencia de potencial entre sus terminales de base y emisor, Tr1 pasa al estado de saturación con lo cual no permite que el condensador C7 llegue a cargarse.

3. 6. RED DE RETARDO DE TIEMPO

Esta configuración tiene como finalidad hacer esperar un tiempo determinado a la unidad de potencia, hasta que retorne la energía para reconectar al sistema.

El circuito es sincronizado por Tr1, y forman parte de la red las resistencias R11 y R12 y el condensador C7.

Cuando Tr1 esta en corte polariza inversamente al diodo D8, y C7 se carga de manera exponencial, sin que la red de carga altere su configuración.

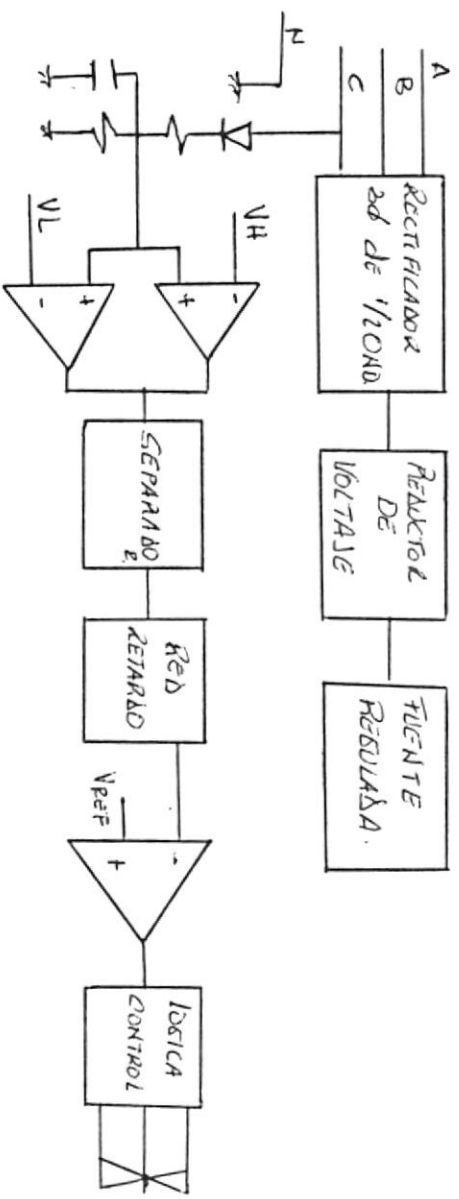
Cuando Tr1 este saturado, polariza a D8 cortocircuitando a la vez a R12, con lo cual se descarga rápidamente C7 retornando a sus valores iniciales.

3. 7. COMPARADOR DE VOLTAJE

El comparador está formado por IC7, y tiene como función habilitar al transistor Tr2 el cual alimentará al relé.

El transistor Tr2 esta protegido mediante D9, evitando que una corriente inducida en la bobina, producto de campos remanentes cause daños al transistor.

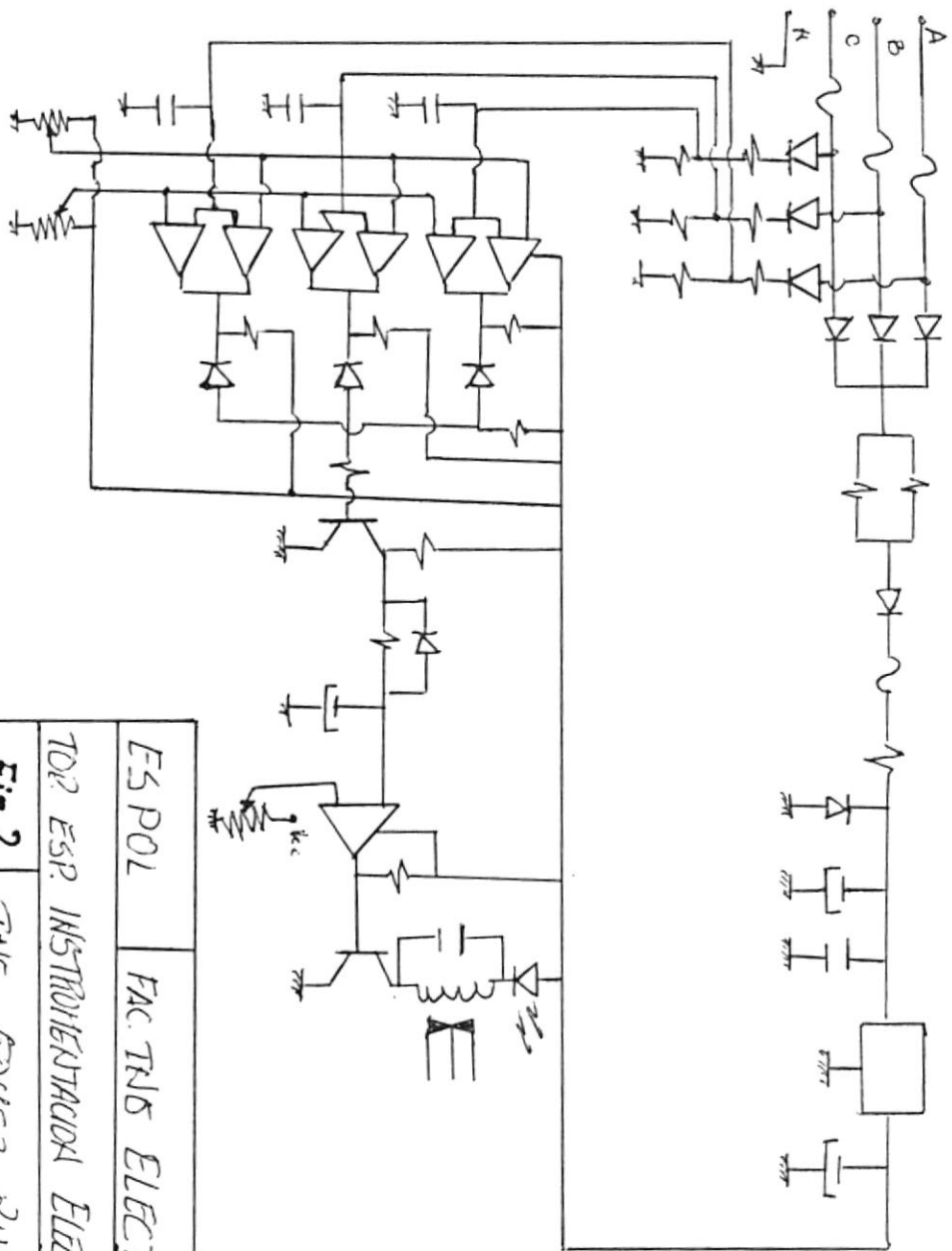
Las entradas al comparador estan dadas por el terminal positivo de C7 que ingresa al terminal negativo, y en la entrada no inversora se tiene el voltaje de referencia, dado por P3, cuando este voltaje es superado por el valor obtenido en C7, entonces Tr2 excitará al relé, el cual activa el contacto interruptor.



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA.	
Fig 2	ING. GONNER RUBIO
DIAG. BLOQUES DEL PROTECTOR TRIFASICO	



BIBLIOTECA



ES POL	FAC TNS ELECTRICA
TD2 ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
Fig 2	TNS. BOBINA RUBIO
DMS. CIRCU. DEL PROTECTOR TIRIASICO	

4. DESCRIPCION DE LAS TARJETAS

4. 1. ETAPA MEDIDORA DE TEMPERATURA EN EL INTERIOR DE LA TOLVA

Para poder conocer el valor de la temperatura del grano en el interior de la tolva se han utilizado termistores como elementos sensores en el circuito, en los que cuando se produce una variación de temperatura presentan un cambio en su resistencia, estas mediciones nos sirven para evitar que el grano en determinado momento exceda el valor de calor para su secado y llegue a la combustión.

La ventaja que nos presentan estos elementos es que nos proporcionan una relación entre su

resistencia y temperatura, lo cual en la implementación del circuito se refleja como una variación lineal de voltaje cuando la temperatura cambia, especialmente en el rango que nos interesa, como es entre 35 °C y 40° C, es decir que al aumentar la temperatura, se registrará un valor proporcional de voltaje, lo mismo sucederá en el caso que se decremente la temperatura.

4. 1. 1. CRITERIO DE DISEÑO

El elemento sensor seleccionado es el termistor debido a su aceptable confiabilidad en mediciones de temperatura menores a 100 °C, su reducido costo y la rapidez de respuesta.

La curva resistencia vs temperatura en el sensor no es lineal, debido a esta causa se utilizaron pares de termistores colocados de tal forma que midan el mismo punto de temperatura, además a cada termistor, para

lograr una mayor linealidad se le colocó una resistencia en paralelo (ver figura 3).

Esta resistencia escogida es de 10 K, la misma que fue seleccionada usando un proceso iterativo y procurando una linealidad en el rango de interés, es decir entre 35 °C y 40 °C.

Cada señal de entrada incluyendo la de calibración, y la de los dos termistores pasan a través de un amplificador seguidor de voltaje, esta consideración se la hace para mantener todas las señales lo mas estable posible y así evitar fugas de corriente que me hagan variar la resistencia de los termistores y no obtener una lectura correcta.

Las dos señales de los termistores y la de calibración se las coloca a la entrada de un amplificador sumador no inversor. La ecuación de ganancia del amplificador viene

dada por la ecuación :

$$V_{out} / V_{in} = 1 + R_f / R_i$$

donde V_i es la suma de todos los voltajes de entrada y que representan la variación de temperatura.

Los valores R_f estan dados por una resistencia de 1 K y de un potenciómetro variable de 50 K. Estos valores se obtuvieron en forma experimental ya que de esta manera encontramos el funcionamiento deseado y una respuesta lo mas lineal posible. El circuito mostrado en la figura 3 mantiene los mismos criterios y principios de funcionamiento del circuito realizado anteriormente con algunas modificaciones que se detallan a continuación:

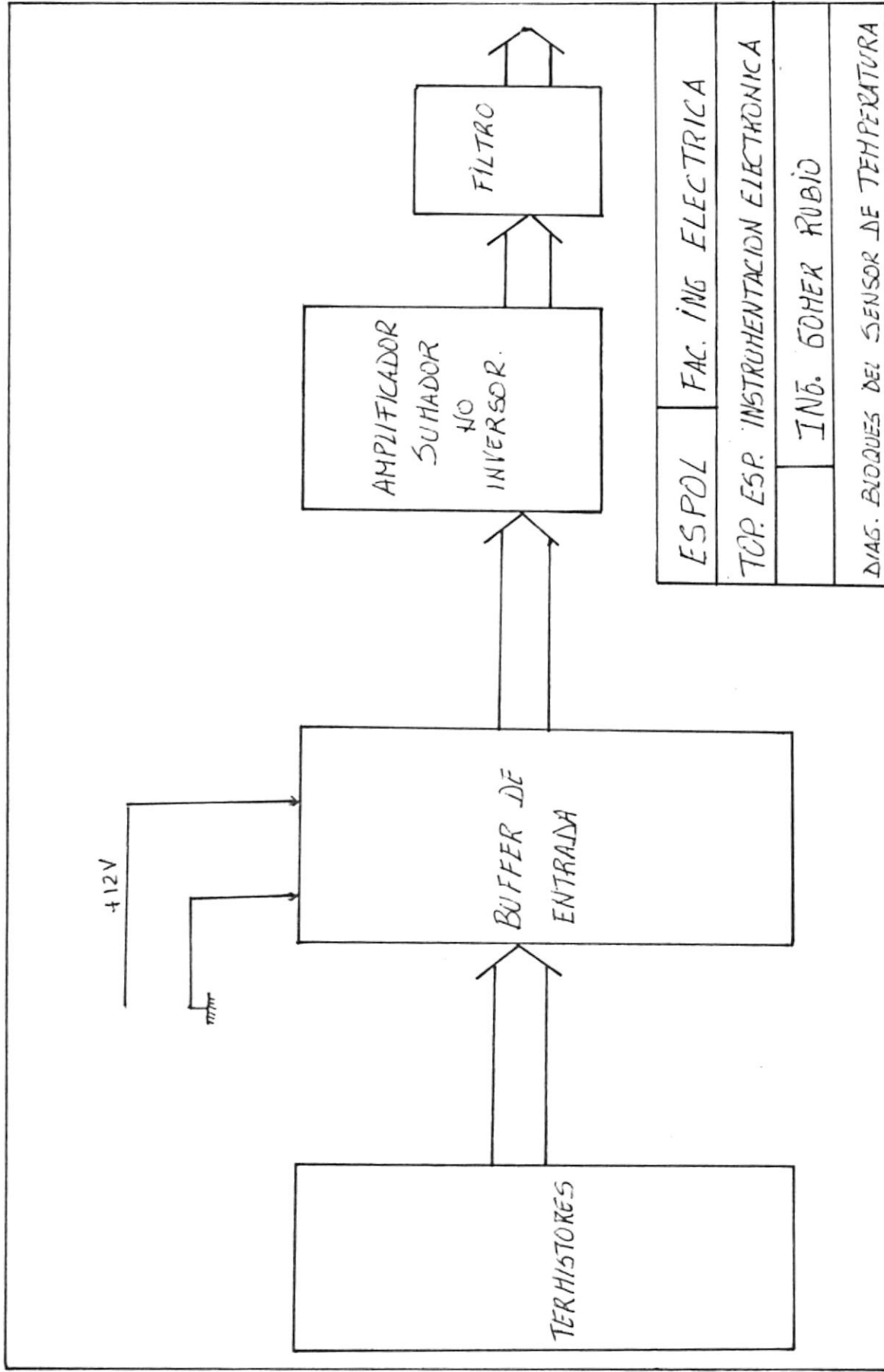
- La fuente de alimentación requerida para este circuito es de + 12 V dc.

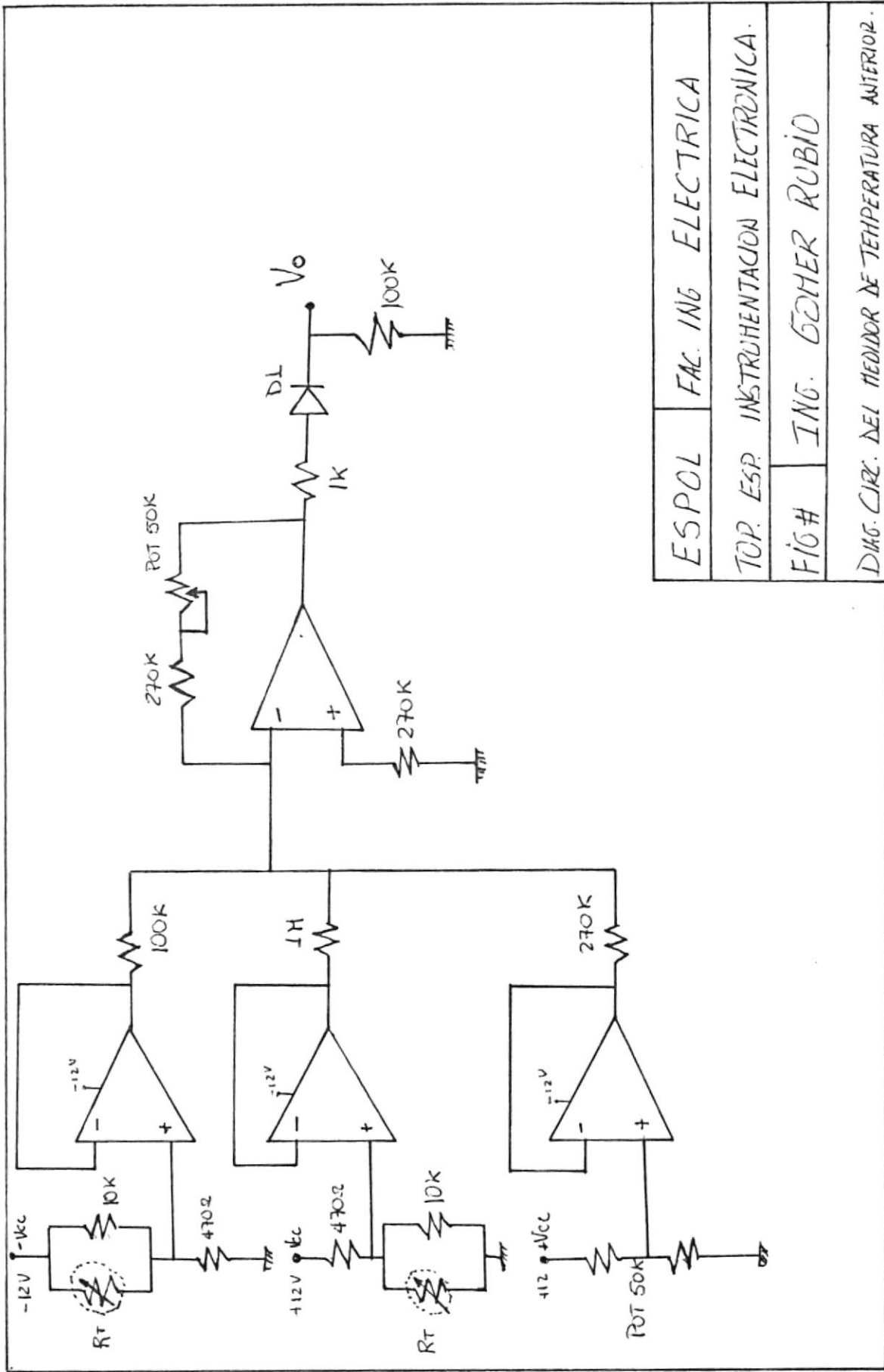
- El amplificador sumador es un no inversor con ganancia menor a 1.

- A la salida del circuito se colocó un capacitor para evitar variaciones bruscas de voltaje.

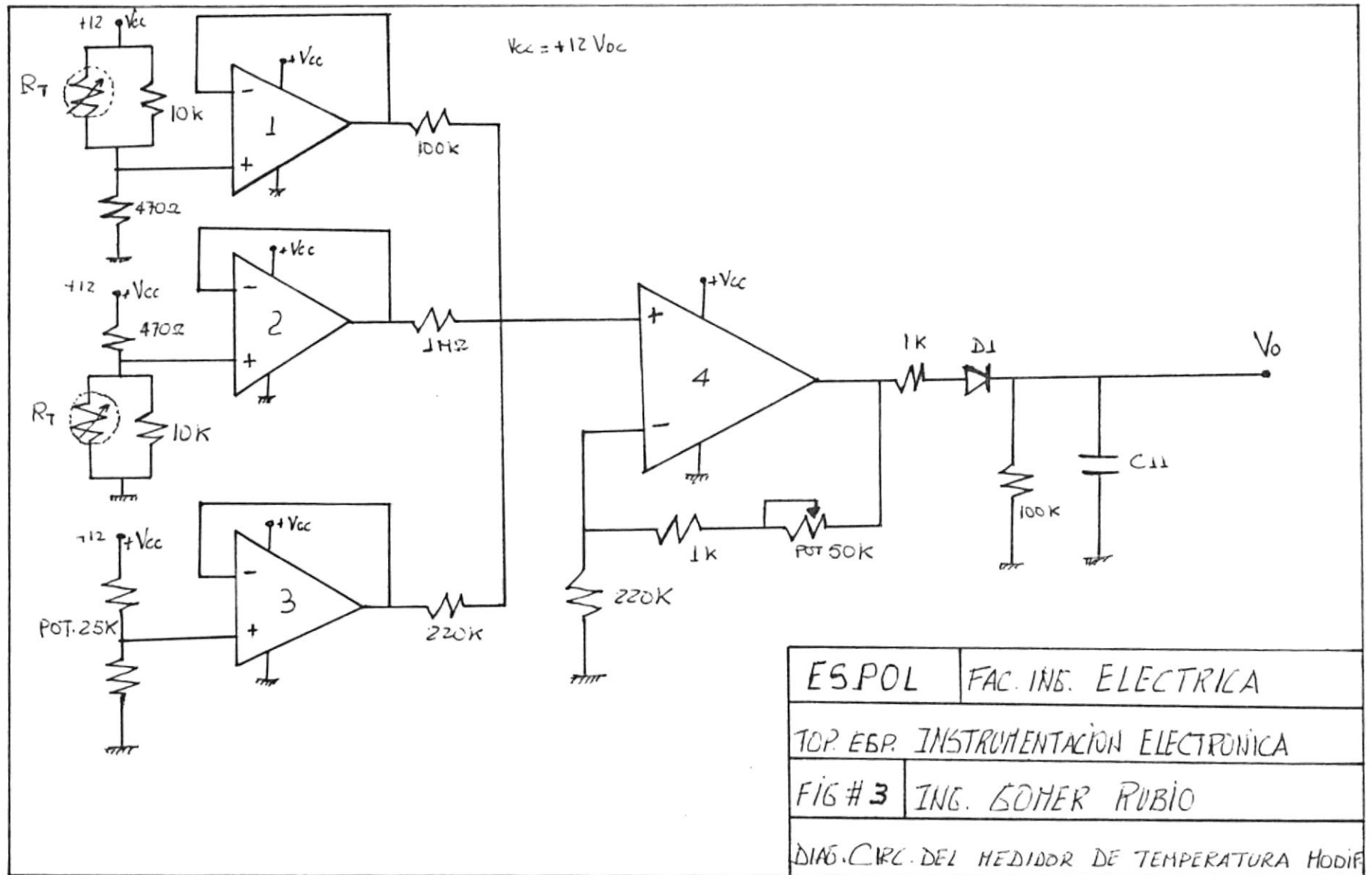
De esta manera se ha podido obtener una respuesta lineal de temperatura vs voltaje, los mismos que se muestran en el apéndice A, estos datos se obtuvieron experimentalmente.

Con los datos obtenidos se graficó la curva voltaje vs temperatura, en la cual se puede observar una gran linealidad dentro del rango requerido para este propósito. Este circuito fue probado varias veces y en todas ellas presentó una mínima variación en sus resultados, los cuales no afectan de manera significativa al control del proceso.





ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA.	
FIG.#	ING. GOHER RUBIO
DISEÑO. CIRCUITO DEL MEDIDOR DE TEMPERATURA ANTERIOR.	



BIBLIOTECA



4. 2. SENSOR DE HUMEDAD DEL GRANO

Para medir la humedad del grano, se utiliza el principio del cambio de capacitancia, que se produce entre dos placas paralelas, si se varía su distancia, teniendo entre ellas un dieléctrico; ya que el efecto del dieléctrico es aumentar la capacitancia en un factor k (conocida como constante dieléctrica).

Para un condensador de placas paralelas, existe la relación obtenida como resultado experimental:

$$C = (k \epsilon_0 A) / d$$

La constante dieléctrica del grano de arroz está en relación directa con la humedad y esta característica se ha aprovechado en el proyecto, por lo tanto será factible determinar la cantidad de humedad que posee el grano de arroz en el proceso.

El diagrama de bloques de este sensor se

presenta en la figura 4, y consta de las siguientes fases:

- Convertidor DC/AC
- Sistema sensor
- Convertidor de frecuencia/tensión
- Comparador

4. 2. 1. CONVERTIDOR DC / AC

Su objetivo es generar una corriente AC a partir de la corriente DC que recibe.

El circuito está formado por una fuente de alimentación separada de + 12 VDC; también consta de un IC NE555, que está configurado para que funcione como un multivibrador astable cuya constante de tiempo depende de los valores de R1, P1 y C1, con lo cual se obtiene una frecuencia de 100 khz.

Forma parte de este convertidor un circuito conmutador electrónico, con el cual se

commuta la tensión de alimentación a partir de la salida del multivibrador, esto se hace a través del transistor de potencia Tr1; la salida del multivibrador esta conectada a un divisor de tensión de tal manera que se reduzca el nivel DC que le llega a Tr1.

4. 2. 2. CIRCUITO SENSOR

Se tiene un capacitor de realimentación fijo, el mismo que tiene una reactancia menor a la del sensor, para que actúe como referencia, los dos capacitores están conectados al transformador con tap central T1.

El capacitor de referencia, induce en el secundario del transformador una corriente pulsante, la que polariza al diodo que está en serie con el circuito de filtrado de corriente AC DC. La corriente pulsatoria es proporcional al cambio de capacitancia, la cual es un reflejo del grado de humedad del

grano.

4. 2. 3. CONVERTIDOR DE FRECUENCIA A VOLTAJE

Su objetivo es generar un voltaje proporcional a la frecuencia del circuito.

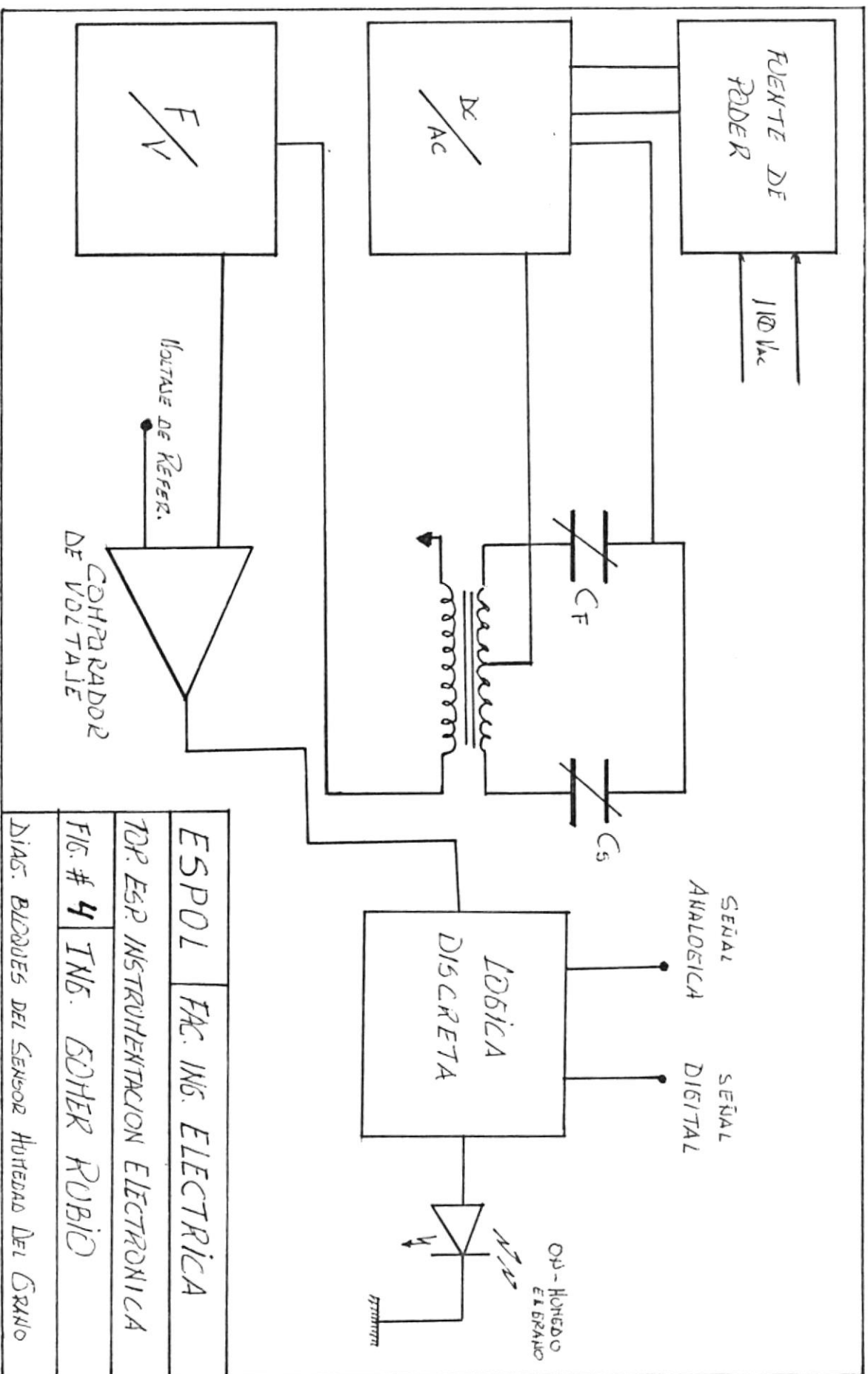
En esta fase, le llega al transformador T2 un voltaje reducido y rectificado, por medio de P2 y D1 respectivamente, esta señal pasa por el filtro que forman R4, R5, C2 y C3, con lo cual se integra la señal de salida y se obtiene una tensión variable proporcional a la frecuencia.

4. 2. 4. COMPARADOR

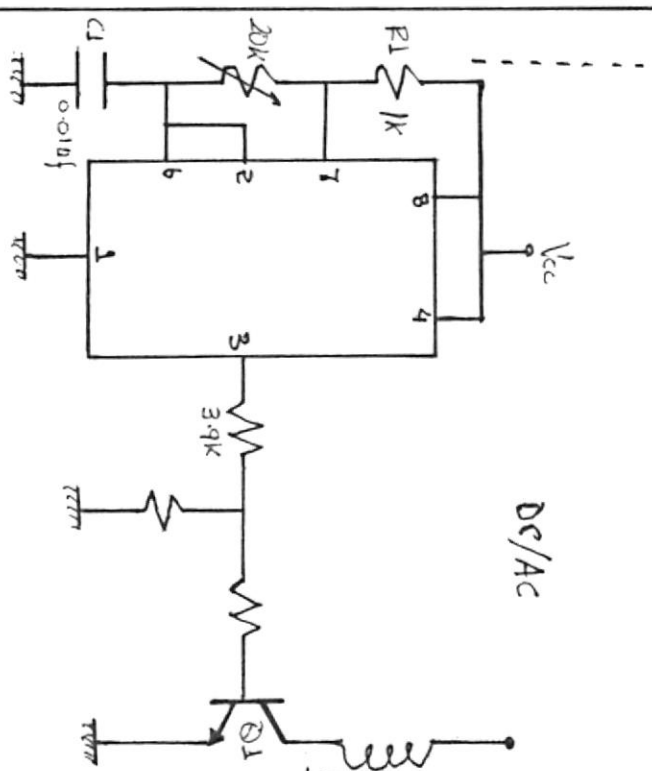
La señal obtenida del convertidor frecuenci/voltaje, ingresa a la entrada inversora del IC2, que es un dispositivo de colector abierto de voltaje; y en la entrada positiva se tiene un voltaje de referencia, si los dos voltajes de las entradas son

iguales, se satura el transistor Tr3 a tierra, llevando la salida del IC2 a tierra, cerrando el circuito de Ds, el cual indica de manera visual que el grano aún está húmedo y entra en funcionamiento Vz1.

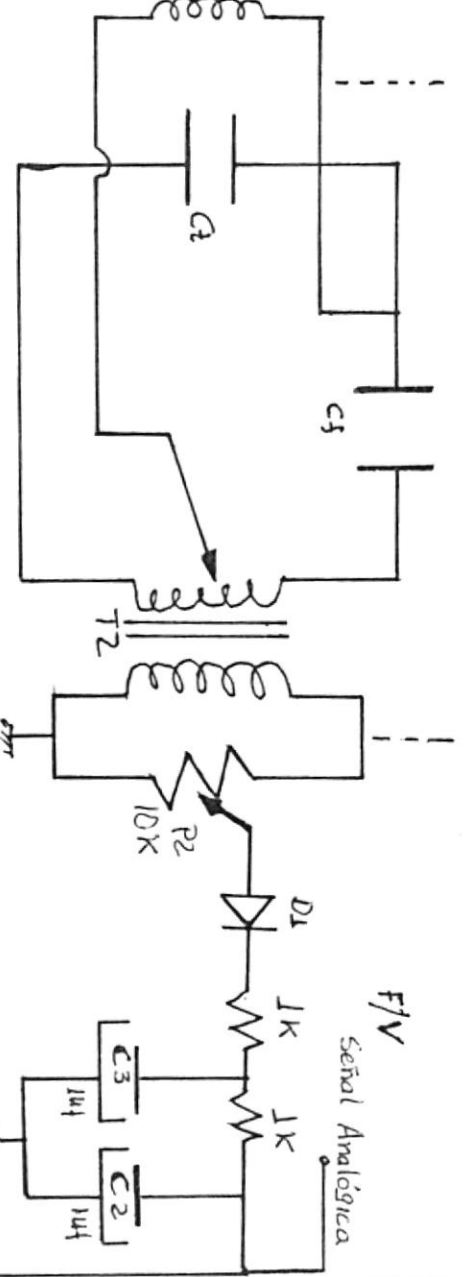
Si el voltaje sensado es menor al voltaje de referencia, el IC2 se pondrá en corte, llevando a Tr3 a corte también.



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG. # 4	ING. BOHER RUBIO
DIAG. BLOQUES DEL SENSOR HUEMEDAD DEL GRANO	

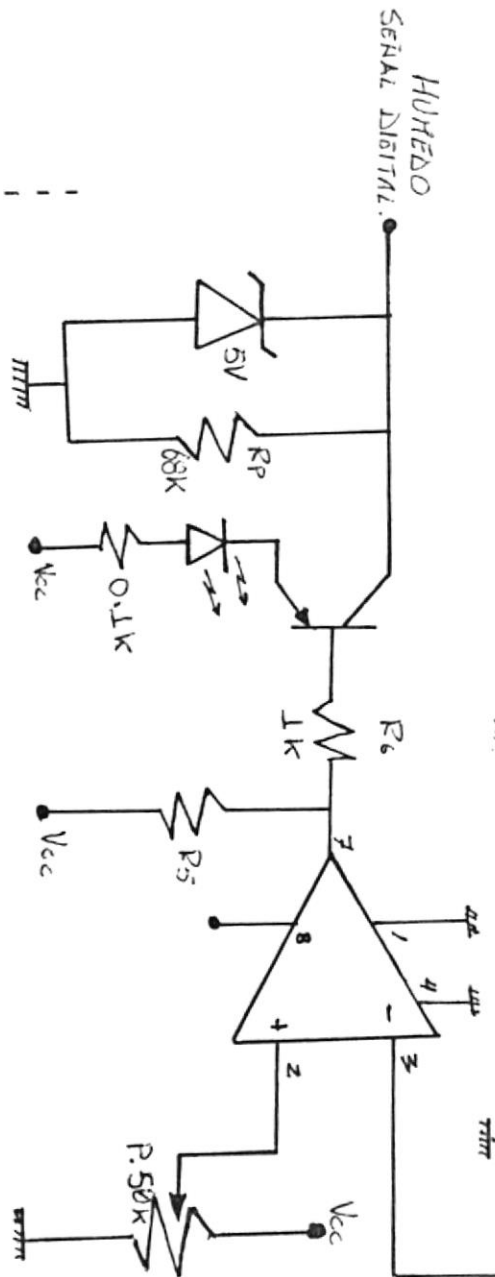


DC/AC



F/V

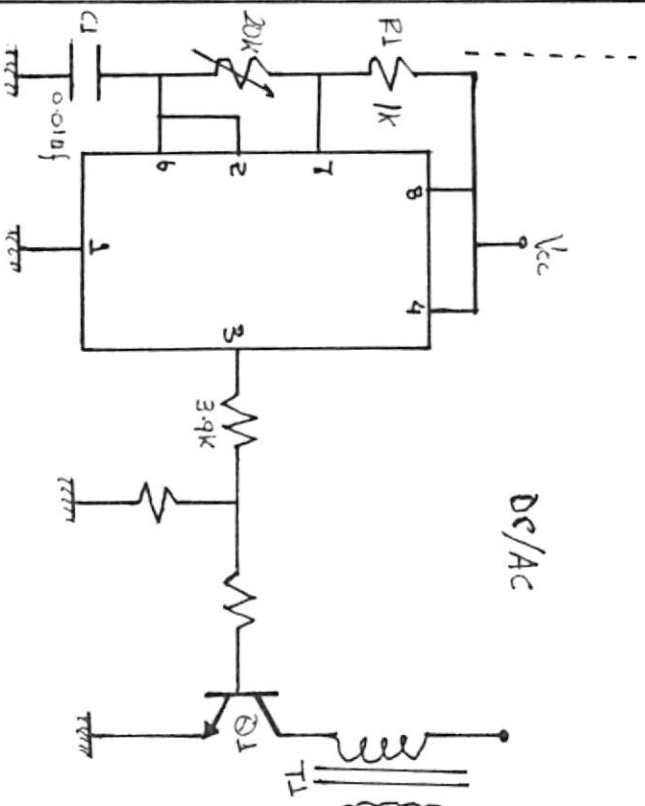
Señal Analógica



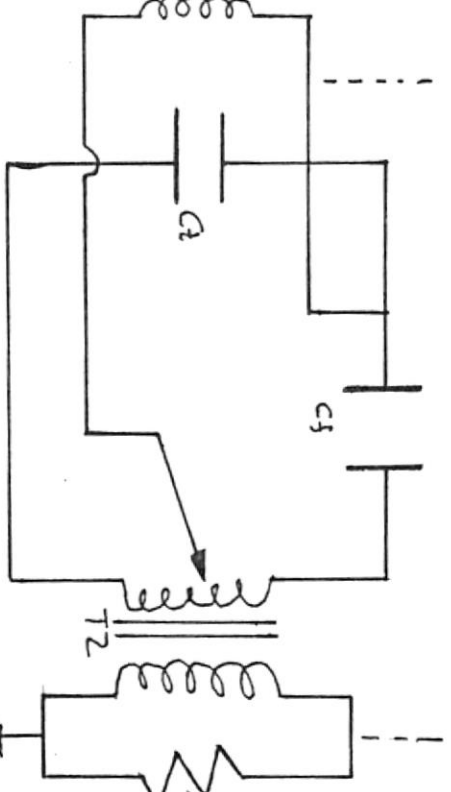
SEÑAL DIGITAL

L. D.

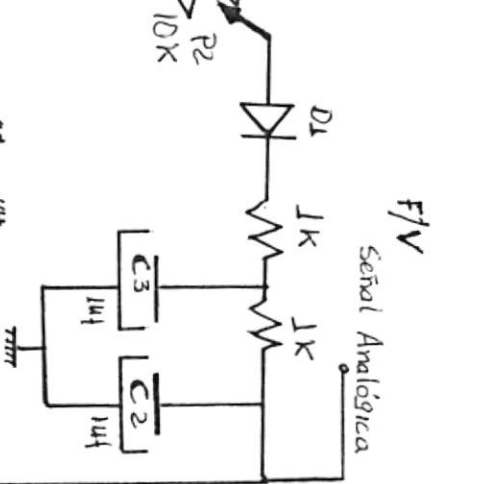
ESPOL	FA. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG.# 4	ING. BOYHER RUBID
DMS. CIRCU. SENSOR DE HUMEDAD DEL GRANO HOSUF.	



DC/AC



HUEDEDO
SEÑAL DIGITAL.



F/V

Señal Analógica

ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG.# 4	ING. GONHER RUBID
DAS. CIR. SENSOR DE HUMEDAD DEL BRANCO PROF.	

L. D.

4. 3. CONTROL DE LA ENTRADA DE GAS A LA CAMARA DE
COMBUSTION Y AL ENCENDIDO DE LA CHISPA.



BIBLIOTECA

4. 3. 1. CONTROL A LA CAMARA DE COMBUSTION

Mediante este circuito, se regula la entrada de gas a la cámara de combustión, de tal manera que la temperatura en la torre secadora de arroz se mantenga en el rango de 35 °C a 40 °C.

Para mantener estos valores de temperatura, se tiene un circuito comparador detector de nivel con histéresis, de tal manera que el lazo de histéresis existe entre 35 °C y 40°C; así cuando esta ingresando gas a la cámara de combustión y la temperatura es menor a 40°C, se mantenga el ingreso de gas hasta que alcance los 40 °C, instante en el cual se debe anular su ingreso; y cuando la temperatura alcance los 35 °C se debe reiniciar el ingreso de gas.

El tiempo de duración de encendido de la chispa se lo realiza a través de un circuito oscilador de relajación, el mismo que controlará que a partir del ingreso de gas a la cámara, para encenderlo, la chispa debe mantenerse por cinco segundos.

En la figura 5 se muestra el circuito comparador detector de nivel de histéresis, el cual tiene las funciones de controlar la entrada de gas a la cámara de combustión, así como el encendido para quemarlo, haciendo que se cierren los dos contactos de la bobina del relé m6 al ser energizado, el un contacto para la válvula solenoide y el otro para el encendido de la chispa.

De acuerdo a la figura 6, la bobina del relé m6 se energiza cuando cuando el voltaje V_1 es menor a 1.5 V, por lo que al cerrar sus dos contactos, los circuitos de la válvula solenoide, de la chispa y del circuito oscilador de relajación. Abre sus contactos

que alimentan a los circuitos anteriormente anotados, cuando V_1 es mayor a 2 V.

Cada uno de los elementos que conforman el circuito de manera general se presentan en las figuras 5,6,7.

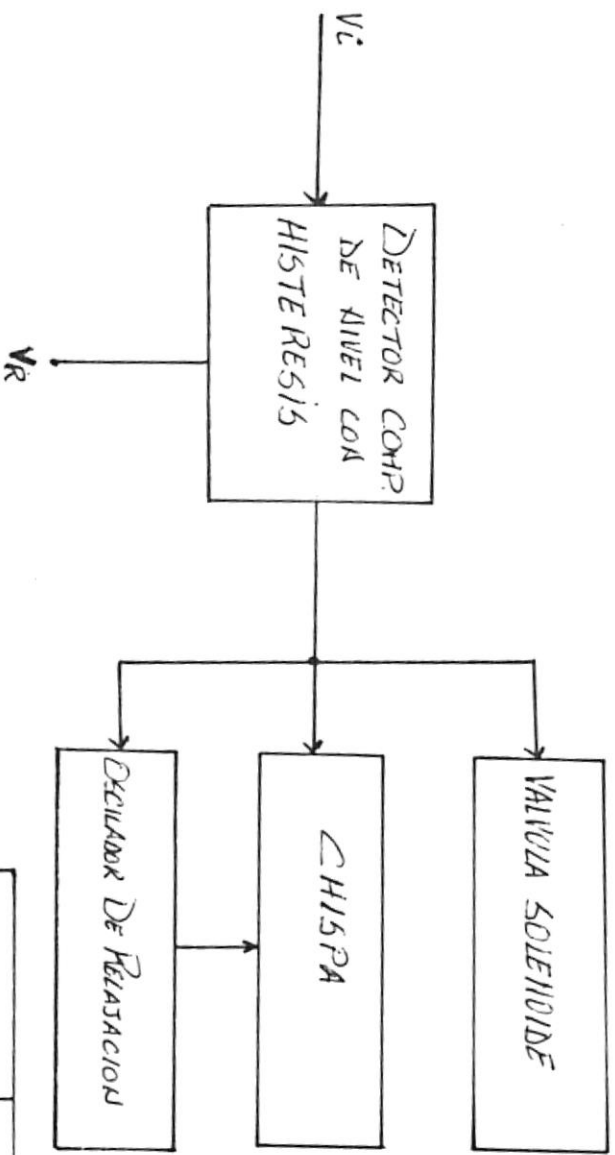
4. 3. 2. CONTROL DEL TIEMPO DE ENCENDIDO.

Uno de los terminales de la bobina del relé m_7 es llevado a tierra, cuando es disparado el SCR por medio del UJT; como se puede observar en la figura 8, y como el otro terminal esta recibiendo un voltaje continuo, la bobina se energiza y abre el contacto en el circuito de la chispa, quemando de esta manera el gas que está ingresando.

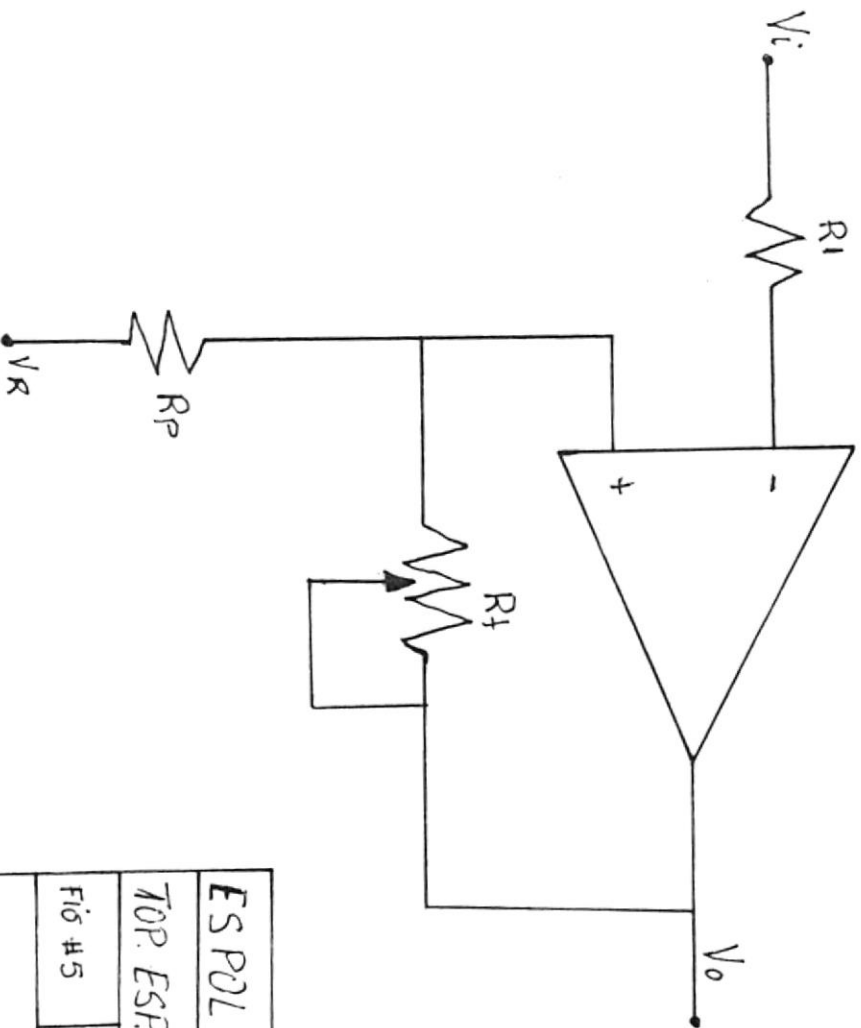
Debido a que los elementos que se requieren en esta parte del circuito son de alto consumo de potencia se ha diseñado un circuito especial, el mismo que es de mucha

utilidad cuando se ejerce el control manual.

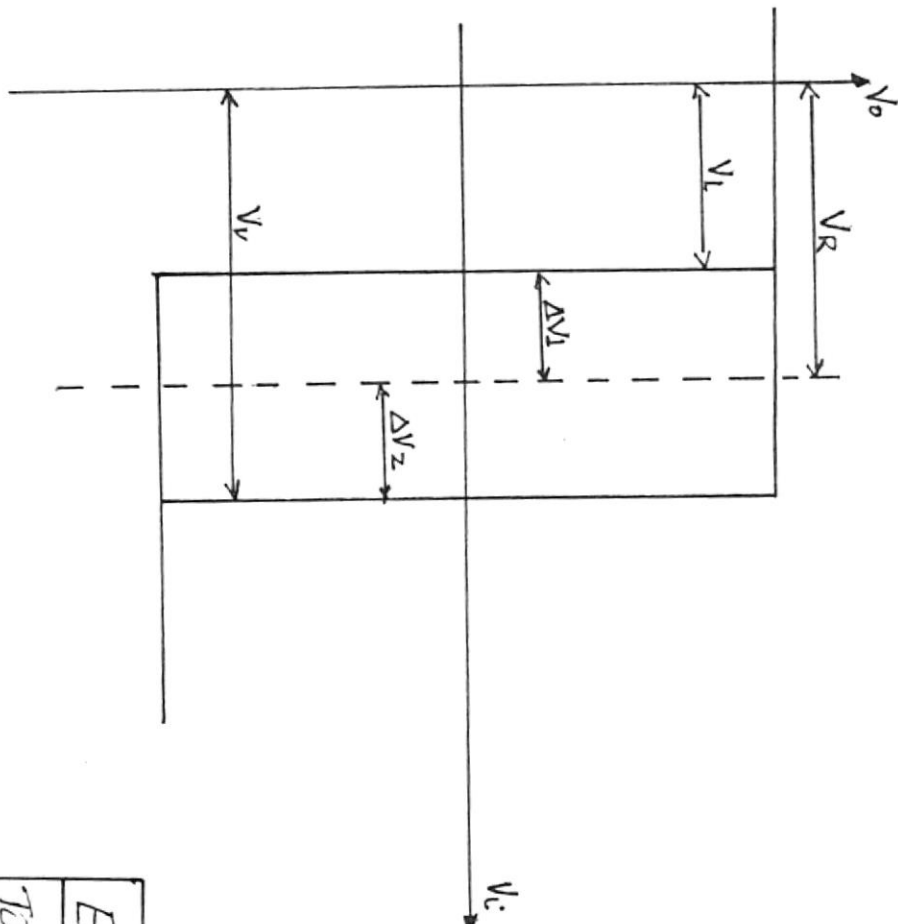
Debido a la complejidad de operacion de este circuito se ha disenado un nuevo circuito el cual es mucho mas sencillo de usar; el cual se ha descrito en el capitulo 2.



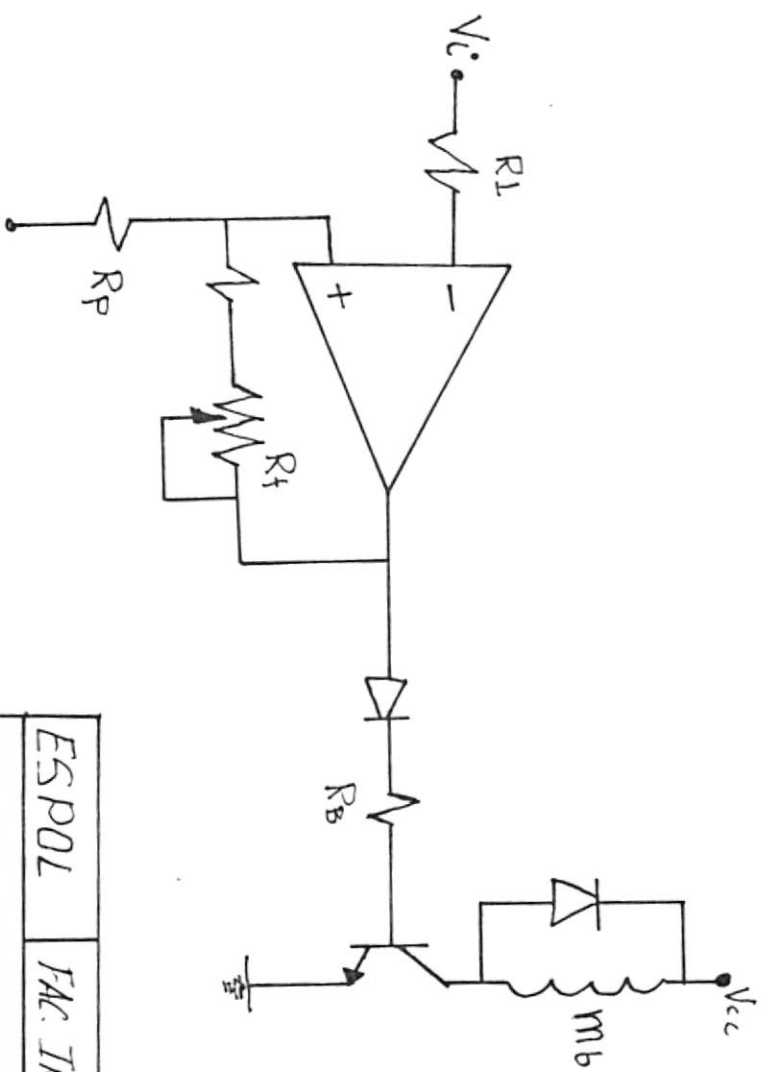
ESPOL	FA. TMS. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG#	TMS. BOHER RUBIO
DAS. BLOQUES DE CONTROL VALVULA SOLENOIDE CHISPA	



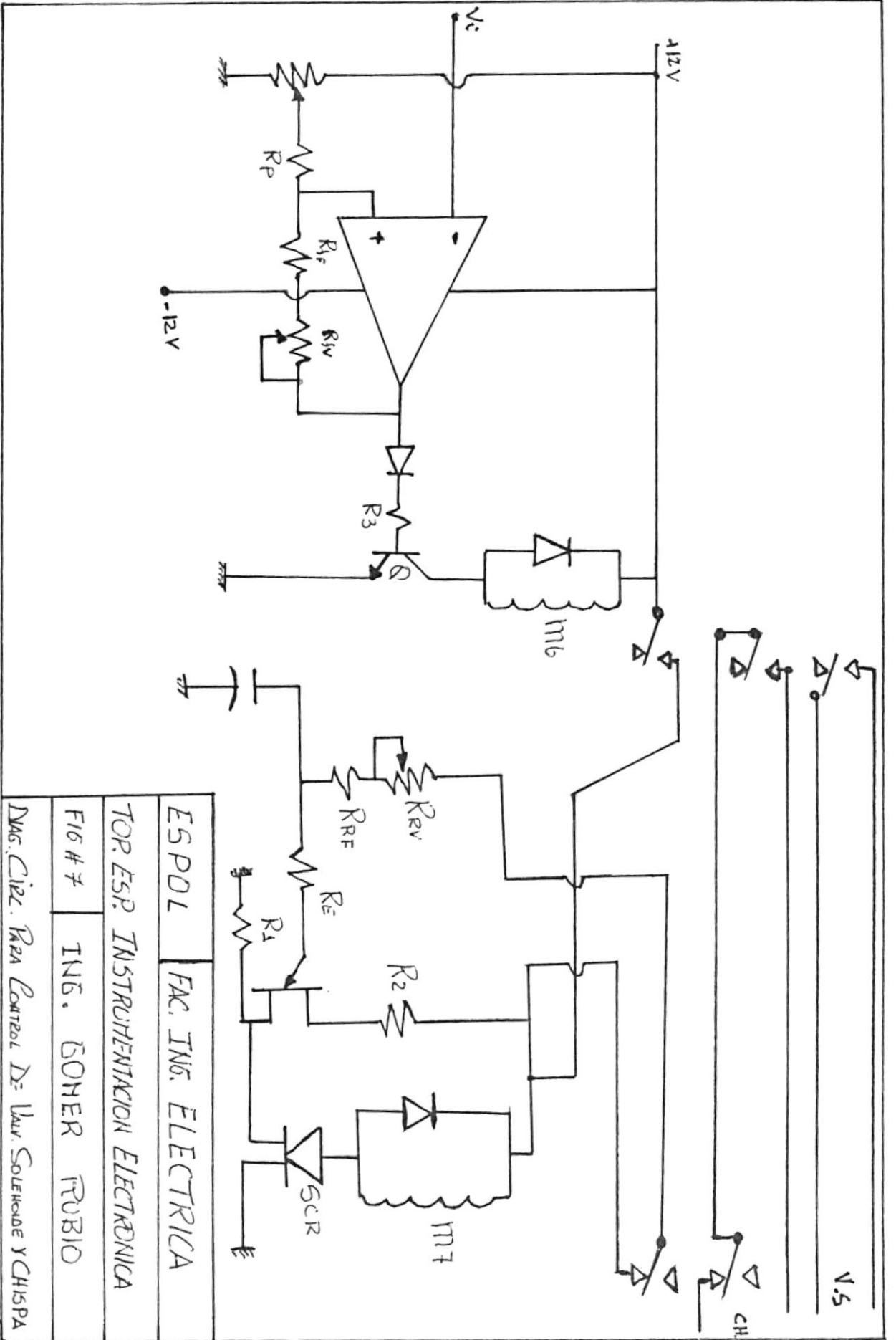
ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG #5	ING. COHER RUIDO
DAC. CIRC. DETECTOR DE NIVEL CON ALISTERESIS	



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TDP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
	ING. BOHER RUBIO
ESQUEMA DE LOS NIVELES DEL DETEC. DE HBT.	



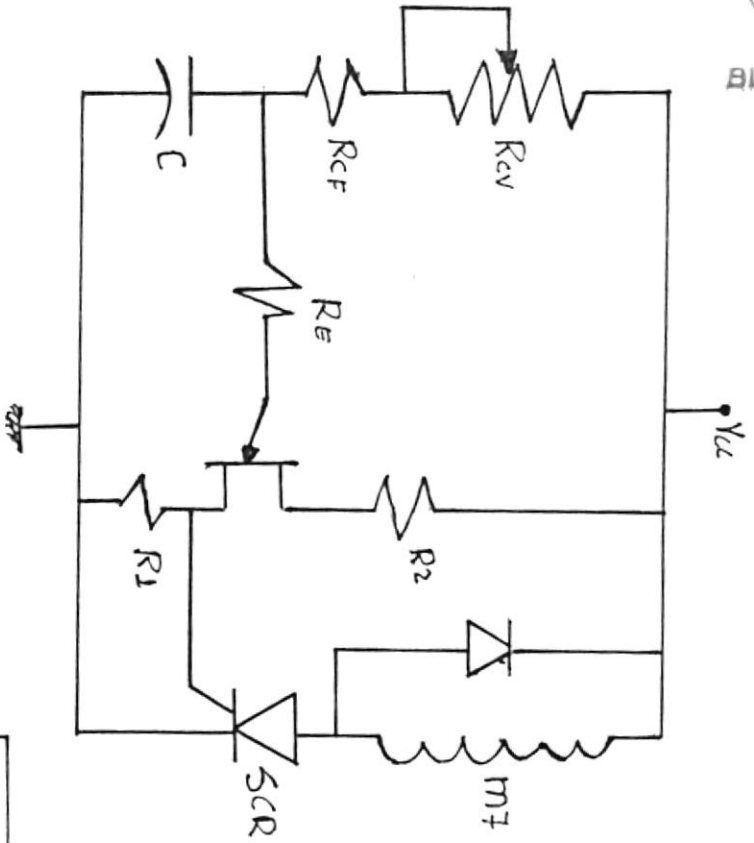
ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG #6	ING. GONER RUBIO
DMS. CIR. PARA ACTIVAR RELE 6 (mg)	



ESPOL	FAK. ING. ELECTRICA
TOP ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG # 7	ING. SOHER RUBIO
DAG. Circ. Para Control De Velocidad Y CHISPA	



BIBLIOTECA



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA.	
FIG # 8	ING. SOHER RUBIO
Dise. Circ. Del Circuito De Relajacion	

4. 4. TARJETA DE HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE

Esta tarjeta utiliza como elemento sensor un capacitor, cuya capacitancia varía en forma logarítmica, dependiendo del porcentaje de humedad en el medio.

Debido a su característica, este transductor deberá estar conectado a un medidor de capacitancia para obtener dicho valor y gracias a el obtener el porcentaje de humedad en el ambiente.

Esta tarjeta esta compuesta por tres modulos (ver figura 9) los cuales son:

- Multivibrador estable
- Multivibrador astable
- Circuito de filtrado para obtener un voltaje proporcional al tren de pulsos generado por el dispositivo.

Para su construcción se han usado dos IC CMOS que operan de la siguiente forma:

Las puertas 1A y 2A se conectan como dispositivo multivibrador estable tradicional el cual depende de C1 y P1 que son los encargados de su temporización.

La salida de este alimenta a la entrada 1B encargada de separar estas dos etapas.

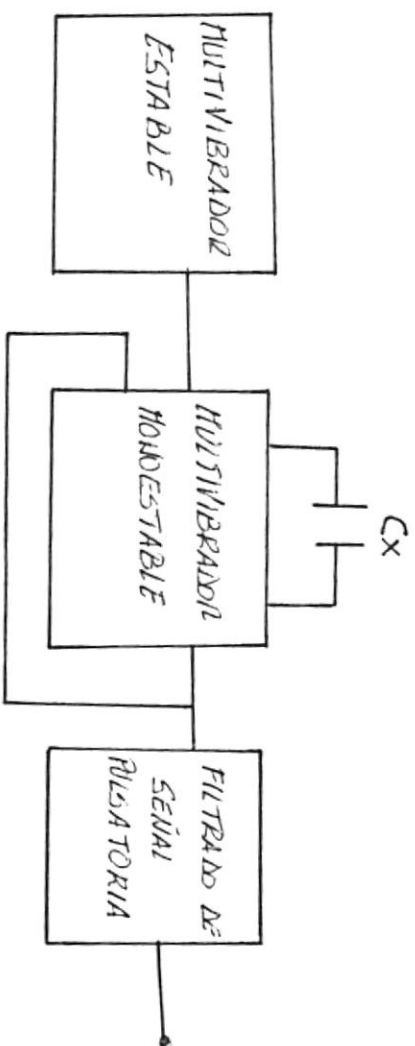
La salida de 1B alimenta a la entrada del monoestable que está formado por las puertas 2B, 3B, 4B, 3A y 4A, los componentes de r_1 y CX se encargan de fijar la longitud del pulso positivo del monoestable de tal forma que cada pulso generado por el multivibrador estable va a producir pulsos a la salida del monoestable.

El elemento sensor por variar su capacidad en relación a la humedad del medio ambiente va a influenciar notablemente en la duración del pulso de la salida del monoestable, es decir

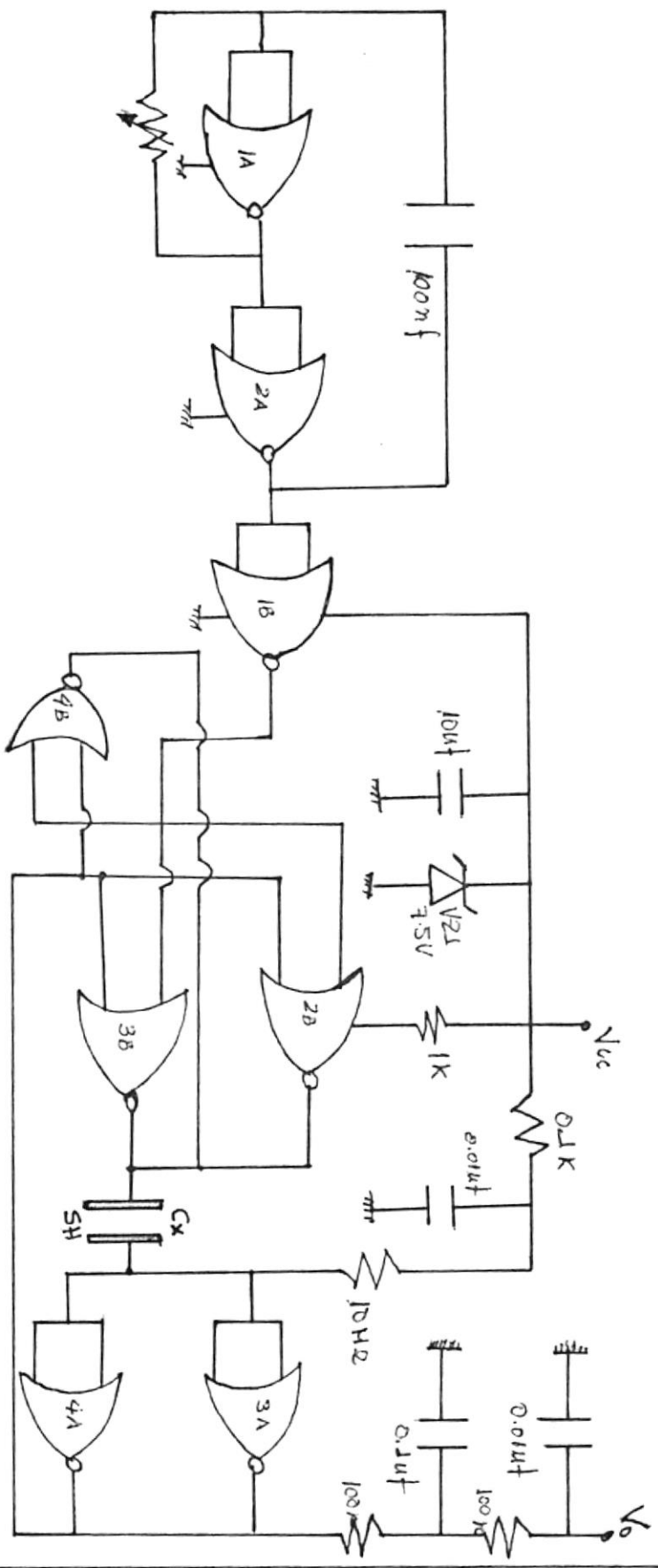
que valores pequeños de capacitancia van a producir pulsos de menor duración.

Cada vez que el monoestable se ponga en alto, un pulso de corriente alimentará al tercer modulo el cual es un circuito de filtrado.

El circuito de filtrado integra el tren de pulsos y da como respuesta un valor promedio de dicha señal de entrada y a su vez realizaq la función de filtrado que consiste en transformar en dc las corrientes pulsatorias obtenidas en el sistema.



ES POL	FAC. INS. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA.	
FIG # 7	INS. BOHER RUBIO
TMC. BLOCOS SENSOR DE HUMEDAD RELATIVA HEIDS	



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TDR. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIS# 9	ING. GONNER RUBIO
DIAG. CIR. Sensor Humedad Relativa Medio	



5. INTERFASES CON LA COMPUTADORA PARA EL CONTROL AUTOMATIZADO DEL PROCESO

Las tarjetas utilizadas como interfases de adquisición y salida de datos son ubicadas en los slots que posee la computadora, la misma que las interpretará como dos localidades de memoria diferentes para cada una de ellas; las tarjetas, de adquisición y control de datos estarán direccionados mediante los siguientes códigos &HDE0 y &HDF0 respectivamente. Es de resaltar que las dos tarjetas tienen el mismo circuito de comunicación con la computadora, el cual es una interfase programada conocida como PPI 8255 la cual tiene tres puertos programables a través de un software especial escrito en lenguaje ensamblador y además maneja una barra de datos de ocho bits, lo cual implica que estamos en capacidad de acceder a tres localidades diferentes de

memoria.

En la tarjeta de control se utiliza solo una dirección de memoria que es "&HDF0".

La tarjeta de adquisición usará tres localidades de memoria que son:

&HDE0 + 0 para el puerto A

&HDE0 + 1 para el puerto B

&HDE0 + 2 para el puerto C

La interfase compuesta por las tarjetas de adquisición de datos y control, es un equipo para operar en la adquisición de datos y control de un sistema. Así también da a la computadora la capacidad de sensar y raccionar ante la información recogida desde el medio ambiente.

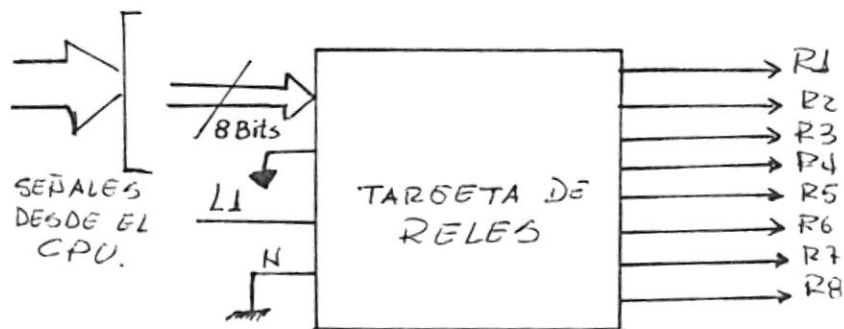
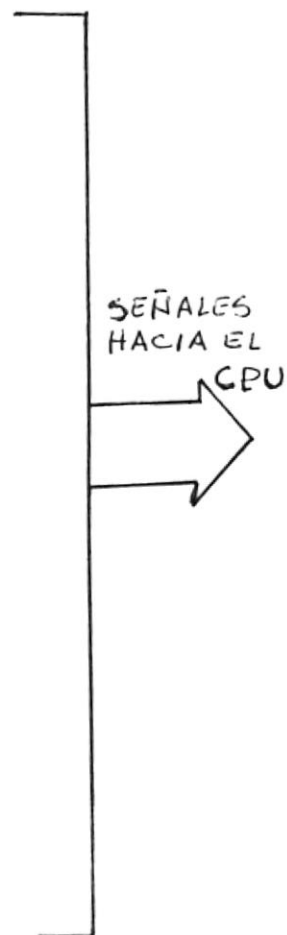
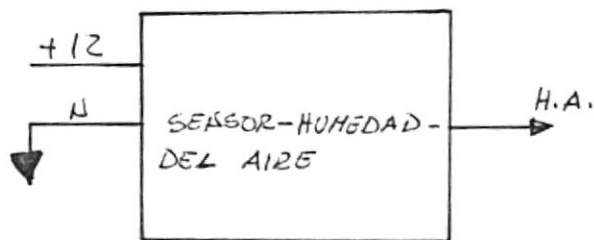
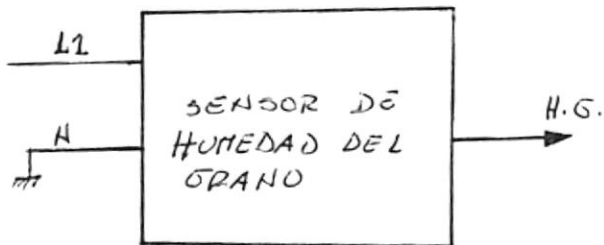
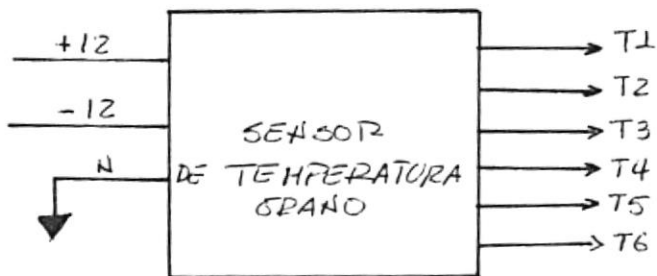
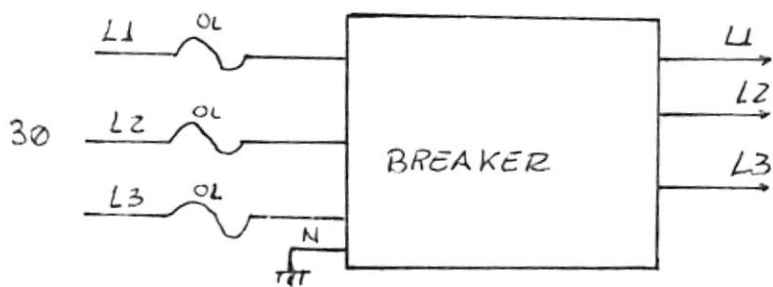
La adquisición de datos y control de equipos requiere de seis componentes:

- Una computadora
- Control del hardware
- Control del software

- Un convertidor analógico digital
- Varios circuitos externos
- Varios sensores

En la adquisición de datos y control del sistema las tarjetas cumplen dos funciones, es decir convierten las señales analógicas a digitales con el convertidor A/D y controlan el proceso a través de un hardware.

Una vez que el software de control ha evaluado los datos y decidido la acción, la tarjeta de control actúa como el control de hardware, convirtiendo la acción en señales eléctricas capaces de controlar los circuitos externos apropiados.



5. 1. TARJETA DE CONTROL

Una de las características más importantes de la computadora, es tomar información para luego procesarlas y producir información útil y requerida por el usuario

Los dispositivos que hacen posible que se pueda introducir datos y recibir resultados son los periféricos de I/O (in/out).

Los periféricos son una parte integral del sistema de la computadora. Son utilizados por el CPU (unidad de control del proceso), para cualquier operación que requiera coger datos externamente para enviarlos al CPU o sacarlos fuera.

El chip 8255 PPI (programmable peripheral interface), mejor conocida como chip PIO (paralelo I/O), es el más utilizado para controlar periféricos. El chip tiene tres puertos de ocho bits: A, B y C, cada uno de los

cuales puede ser configurado como un puerto de entrada o como puerto de salida. Para la tarjeta de control se ha empleado el puerto A.

La tarjeta representada en diagrama de bloques se muestra en la figura 10.

La tarjeta de control esta regulada para trabajar con una velocidad de 4.77 Mhz, en una IBM PC_XT o una máquina compatible y puede ser insertada en las ranuras de la tarjeta madre de dicha computadora; de esta manera llega a tener acceso al bus de datos, direcciones y control, además es energizada por la computadora.

Esta tarjeta es direccionada a traves de unos JUMPERS ,la cual es reconocida por la computadora y de esta forma iniciar la comunicacion entre ellas ;esta es activada por el programa como efecto de comparacion entre las dos direcciones tanto del programa como la dada por el juego de Jumpers que posee la tarjeta.

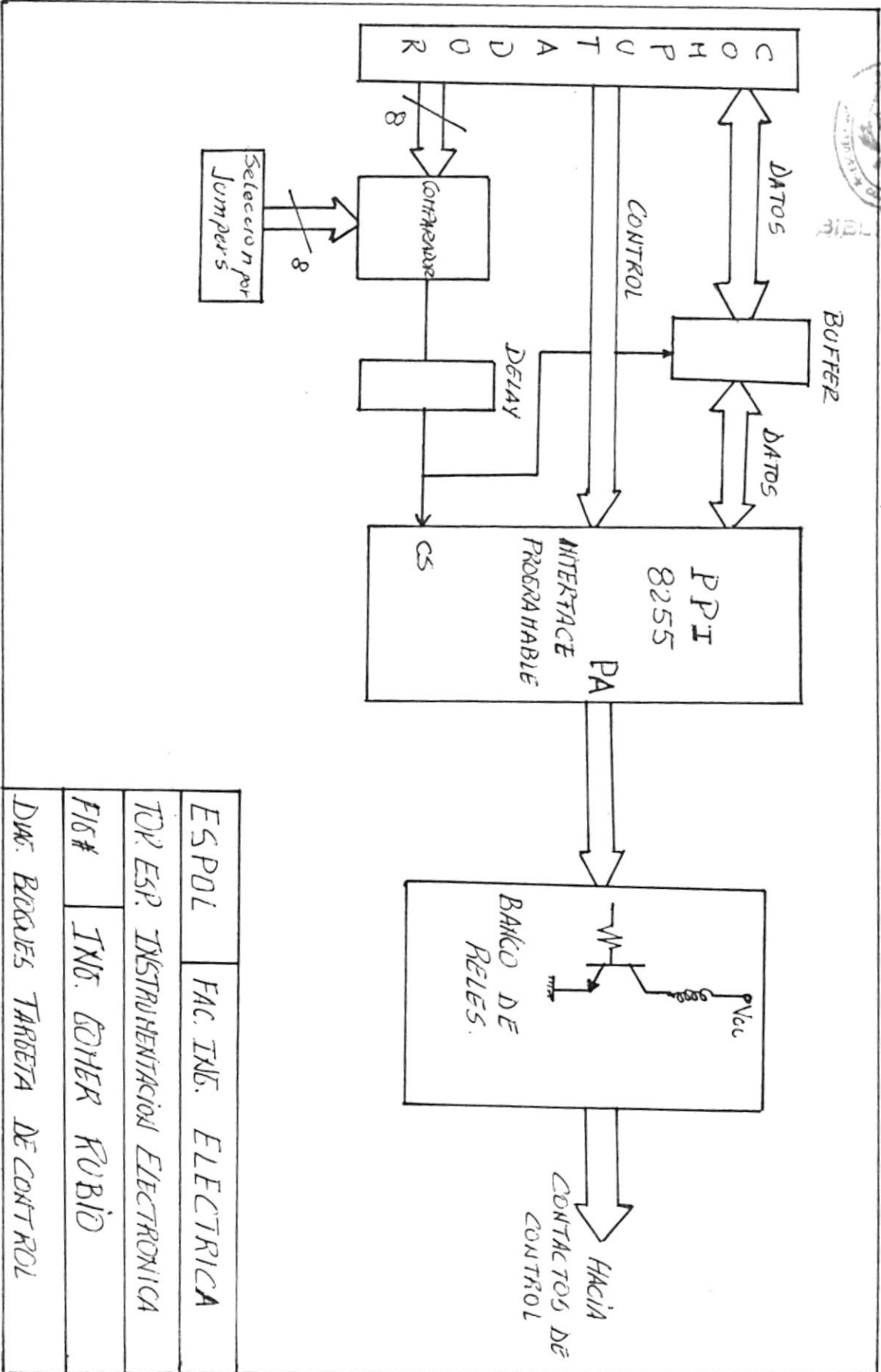
Por programa se ordena al 8255 los datos de entrada como salida del puerto A. Esas salidas se envían a través de un paquete de resistencias a la base de ocho transistores, uno por cada bit de salida, los cuales al conducir se saturan y presentan un voltaje colector emisor cercano a cero, lo cual permite energizar los microrelés que están conectados entre Vcc y el colector del transistor cerrando su contacto normalmente abierto que posee, esto sucede solo cuando salga un uno en el bit respectivo. Por lo tanto los ocho relés por separado se habilitarán por las siguientes combinaciones 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 en binario y la suma de cualquiera de ellas para una activación combinada y así encender uno o más relés a la vez.

Estas combinaciones binarias resultantes se producen al correr el programa, el cual esta estructurado de tal forma que siga al proceso en forma ordenada, activando y desactivando los relés correspondientes que el proceso así lo

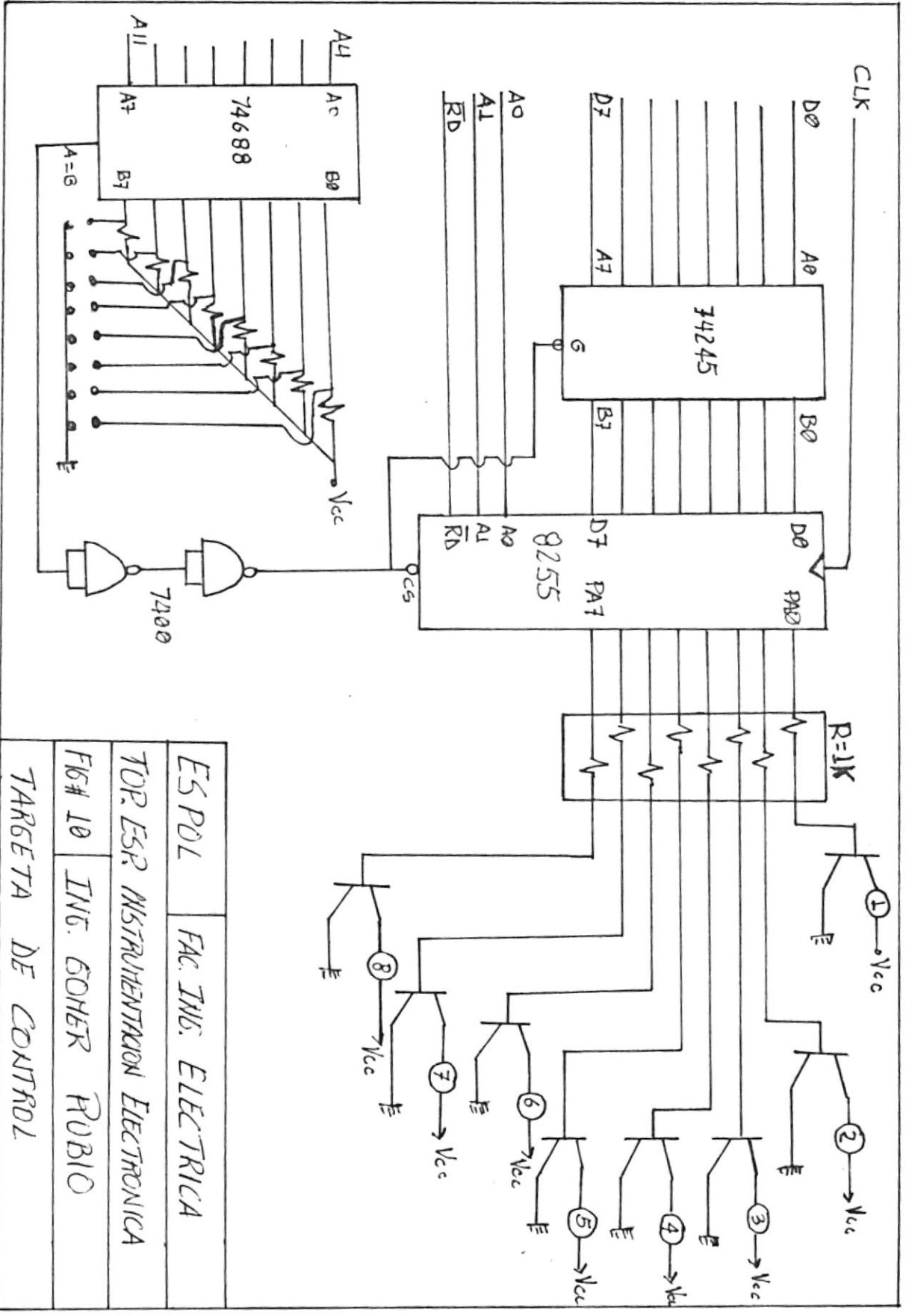
requiera.

Las salidas de esta tarjeta se han puesto en un conector DB-25 que corresponden a las siguientes patas:

# DE PIN	SEÑAL
2	Relé 1
3	Relé 2
4	Relé 3
5	Relé 4
6	Relé 5
7	Relé 6
8	Relé 7
9	Relé 8
22	Tierra



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOR. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG#	ING. COHER RUBIO
DISE. BLOCOS TARJETA DE CONTROL	



ES POL	FAC. ING. ELECTRICA
TOR. ESR. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG# 10	INT. GOHER RUBIO
TARGETA DE CONTROL	

5. 2. TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La tarjeta A/D toma las señales eléctricas (las cuales contienen datos del medio ambiente) desde los sensores, convierte estas señales en números binarios y los envía para que puedan ser usados por la computadora.

Su configuración es casi similar a la tarjeta de control, ya que las dos basan su funcionamiento en la interfase programable PPI 8255, que como se mencionó posee tres registros internos, que son direccionados por números binarios de dos bits, sobre las líneas de dirección A1 y A0. Específicamente:

A1 A0 = 00 selecciona el puerto A

A1 A0 = 01 selecciona el puerto B

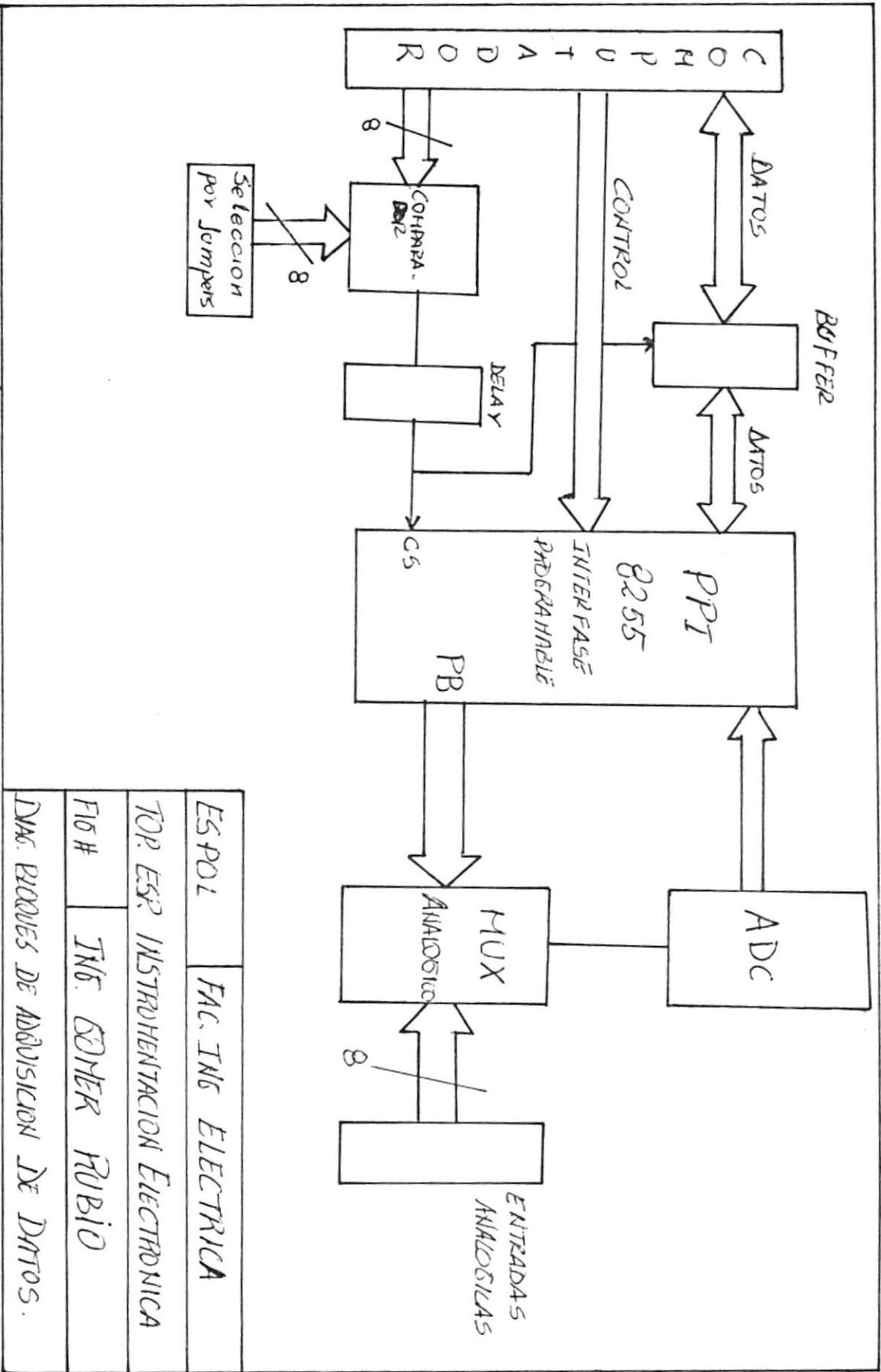
A1 A0 = 10 selecciona el puerto C

Mediante el programa, el canal que va a ser muestreado ingresa al puerto B, que debe ser seleccionado cumpliendo las especificaciones

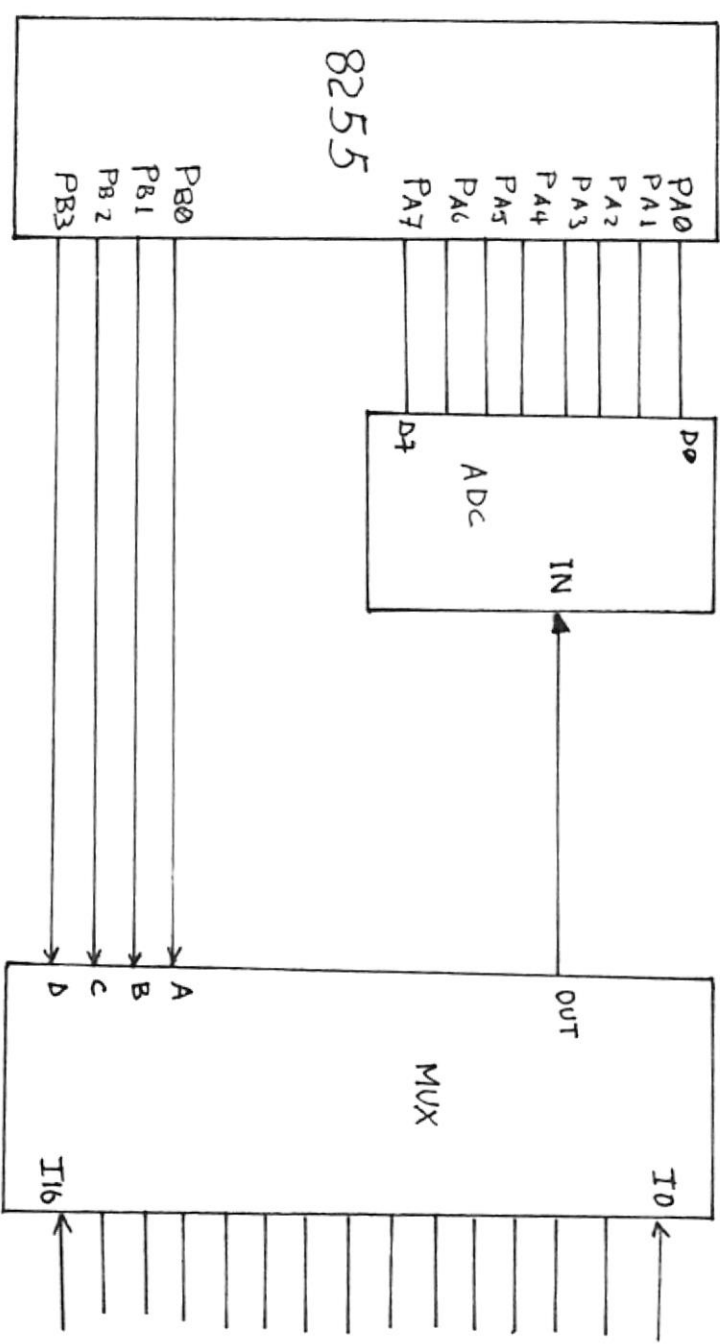
anteriores, este puerto se encarga de direccionar al Mux y de esta forma ir tomando cada uno de los datos analógicos para ser procesados con ayuda tanto del convertidor como del PPI para posteriormente ser usados por el computador ya a un nivel digital.

Los datos analógicos son recogidos por la tarjeta a través de un conector DB-25 de la siguiente manera:

# DE PIN	SEÑAL ANALOGICA	CANAL
5	T1	0
6	T2	1
7	T3	2
8	T4	3
9	T5	4
10	T6	5
11	Humedad del grano	6
12	Humedad del aire	7
13	Tierra	-



ESPOL	FAC. ING ELECTRICA
TOP: ESP INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG #	ING. CONER RUBIO
DIA. BOCUES DE ADQUISICION DE DATOS.	



ENTRADAS
ANALOGICAS.

ES POL	FAC ING ELECTRICA	
TOP. ESP	INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
FIG # 10	TINB	BOHER RUBIO
TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS		

5. 3. PROGRAMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE SECADO
DE ARROZ

```
10 DIM X(15),W(15)
20 T=0
30 REM: PROGRAMA DE CONTROL PARA EL SECADO DE
ARROZ
40 PRINT "ACTIVAMOS LA VALVULA DE GAS Y LA
CHISPA"
50 P = &HDF0
100 M = P + 0
110 PRINT "ACTIVAMOS MOTORES"
120 OUT M,47
130 CLS
140 LOCATE 4,1
150 PRINT "ADQUIRIMOS INFORMACION DE
TEMPERATURA, HUMEDAD DEL GRANO Y HUMEDAD
RELATIVA DEL AIRE"
160 GOSUB 350
170 T = 0
180 FOR K = 0 TO 5
190 T = T + W(K)
200 NEXT K
```



BIBLIOTECA

```
210 T1 = T/6
220 IF G = 1 THEN GOTO 300
230 IF T1 <= 1500 THEN GOSUB 270
240 IF T1 >= 2000 THEN GOSUB 490
250 IF W(6) < 960 THEN GOTO 530
260 GOTO 140
270 OUT M,62
280 FOR I = 0 TO 1000
290 NEXT I
300 OUT M,46
310 PRINT
320 PRINT "CHISPA ENCENDIDA"
330 G = 1
340 RETURN
350 PRINT "DATOS LEIDOS PARA PROCESAR"
360 S = &HDE0+3
370 C = &HDE0+2
380 D = &HDE0+1
390 A = &HDE 0+0
400 OUT S,128+16
410 FOR I = 0 TO 6
420 OUT B,I : OUT B,I
430 X(I) = INP(A) : INP(A)
```

```
440 X(I) = X(I) * 1000 : X(I) = INT (X(I))
450 W(I) = X(I) * .0193 : W(I) = INT (W(I))
460 PRINT " CANAL = " ; I,W(I) ; "MILIVOLTIOS"
470 NEXT I
480 RETURN
490 PRINT " TEMPERATURA LIMITE, CALOR OFF"
500 G = 0
510 OUT M,14
520 RETURN
530 PRINT " FIN DEL PROCESO"
540 OUT M,0
550 STOP
560 END
```

5. 4. EXPLICACION DEL SOFTWARE DEL PROCESO

El programa esta hecho de tal forma que los datos adquiridos sean correctamente interpretados, tanto por las tarjetas de interfase como por el computador el cual será encargado de correr el programa; e ir ejecutando cada una de las intrucciones correctamente, para de esta forma enviar las señales correspondientes, requeridas por el proceso de secado.

El programa mostrará en la pantalla varios mensajes, tales como "activamos motores", "chispa encendida", "fin de proceso", etc., el cual informará al operador que el proceso esta listo para ser ejecutado.

El programa inicia direccionando los espacios de memoria en la interfase PPI 8255, la cual corresponde a la dirección &HDF0 de la tarjeta de control, luego manda a abrir la válvula de gas y a encender la chispa con la instrucción

M,47, posteriormente empieza a adquirir datos para iniciar el proceso de control, los mismos que se van almacenando en seis canales diferentes, en los cuales estan grabados los datos de temperatura extraídos del proceso, para de esta forma sacar un promedio de todos los valores tomados para posteriormente ser comparados con los almacenados en el programa.

Esta comparación se hace en base al rango de temperatura especificado para el proceso de secado de arroz que es 35 °C y 40 °C, que corresponden a 1.5 y 2 V DC respectivamente.

Si la temperatura del proceso es menor a 35 °C o 1.5 V, se manda a traves del programa a encender la chispa y combustionar el gas que proporciona el aire caliente en el interior de la tolva, esto lo hacemos con las instrucciones OUT M,62 y OUT M,46; si la temperatura fuera mayor a 40 °C 2 V, se procede a cerrar la válvula de gas y por ende se apaga la chispa, mediante la instrucción OUT M,14.

Finalmente pregunta si la humedad del grano es menor al 96%, lo cual significa que esta seco, si esto es verdad se concluye el proceso, lo cual implica apagar todos los motores que se encuentren encendidos, mediante la instruccion OUT M,0; caso contrario procederá a adquirir y almacenar nuevamente los datos de temperatura, hasta que esta condición sea cumplida y solo entonces el programa dejará de ejecutarse, regresando al sistema.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la realización de este tipo de proyectos, se requiere la ayuda económica suficiente para así evitar contratiempos en el desarrollo del proyecto.

Se recomienda hacer un controlador digital-analógico, de tal forma que controle automáticamente todos los elementos, tanto internos como externos involucrados en el proceso y así evitar el uso de la computadora; ya que para tener acceso a ella involucra un costo elevado.

En vista de que esta implementación necesita tarjetas de interfase, para su correcto funcionamiento, los mismos que no resultan tan confiables, debido a que están expuestas a manipuleo de parte del operador, lo

que trae como consecuencia una reducción en el promedio de su vida útil.

En este proyecto hemos podido comprobar el funcionamiento básico de los transductores, usados en la instrumentación electrónica, desde su configuración física hasta la forma de conexión para lograr que cumplan con la mayor eficiencia posible en los requerimientos del trabajo.

En base a los datos obtenidos podemos decir que los termistores usados cumplen con las especificaciones dadas y por lo tanto son confiables para este propósito, sin embargo, esto puede ser modificado usando diodos que permitan una mejor respuesta y en cuanto a costo resultan más baratos que los termistores.

La utilización de termistores permite tener un rango de temperatura grande lo cual permite secar no solo el arroz, sino experimentar con otros granos que no sean de similares características; y de esta forma ampliar o disminuir el rango de temperatura requerido para el

producto elegido, esto es posible ya que cada tarjeta tiene puntos de calibración lo cual permite variar los diferentes parámetros requeridos para cada proceso, dando así al sistema funcionalidad y versatilidad en el rango de operación.

Se recomienda que los elementos de control así como el computador deben estar en un lugar seguro y seco para evitar el daño de los equipos.

Para la conexión de los termistores desde la tolva hasta la tarjeta de temperatura es recomendable usar cable TIPO UNO utilizado en comunicación de datos, para así poder evitar la inducción de señales extrañas que afecten a la información que viaja a través de ellos.

LISTA DE COMPONENTES

	ESPECIFICACIÓN	UNITARIO	TOTAL
PROTECTOR DE FALLA DE FASE			
Semiconductores:			
D1,, D11	1N4005	150	1.650
VZ1	18 V	200	200
TR1	A733	150	150
TR2	PNP 374	850	850
IC1, IC2	LM339	900	1.800
IC3, IC4	7812	1.200	1.200

Resistencias:

R1,R2	1,2 K, 2 W	100	200
R3	0,033 K, 1 W	40	40
R4, R5,R6	100 K, $\frac{1}{4}$ W	40	120
R7, R8,R9	10 K, $\frac{1}{4}$ W	40	120
R10	0,330 K, $\frac{1}{4}$ W	40	40
R11	1 K, $\frac{1}{4}$ W	40	40
R12	820 K, $\frac{1}{4}$ W	40	40
R13	160 K, $\frac{1}{4}$ W	40	40
P1, P2	50 K, $\frac{1}{2}$ W	450	900
P3	50 K, $\frac{1}{4}$ W	450	450

Condensadores:

C1	1500 μ F, 50 V	130	130
C2	100 nF, 50 V	130	130
C3	100 nF, 25 V	130	130
C4, C5, C6	2,2 μ F, 50 V	300	900
C7	220 μ F,25 V	100	100

Varios:

R1	10 M, ½ W	40	40
R2	1 K, ½ W	40	40
R3	0,1 K, ½ W	40	40
R4	100 K, ½ W	40	40
P1	10 K, 2 %, 1 W	1.500	1.500
P2	1 K, 2 %, 1 W	1.500	1.500
P3	100 K, 1 W	500	500

Resistencias:

IC1, IC2	4001	1.800	1.800
VZ1	7,5 V, 1 W	200	200

Semiconductores:

HUMEDAD RELATIVA

Relé	12 V	3.500	3.500
SK - 56	Bakelita	3.500	3.500
	Base IC, 16 terminales	250	750
TOTAL			17.330

Condensadores:

C1	100 nF, 50 V	100	100
C2	10 μ F, 16 V	100	100
C3	0,01 μ F, 50 V	130	130
C4	0,1 μ F, 50 V	130	130
C5	0,01 μ F, 50 V	130	130
C6	sensor humedad	40.000	40.000
			<hr/>
TOTAL			46.250

DETECTOR DE NIVEL CON HISTERESIS**Semiconductores:**

D1, D2	1N4004	250	500
Q1	2N3904	250	250
IC1	LM348N	3.000	3.000

Resistencias:

R _P	0,5 K, $\frac{1}{2}$ W	50	50
----------------	------------------------	----	----

R _{EF}	20 K, ½ W	50	50
R _B	24 K, ½ W	50	50
R _{FV}	5 K, ½ W	1.000	1.000
R _{VR}	1 K, ½ W	1.500	1.500

OTROS:

M6	relé, 12 V	2.500	2.500
SK - 56	Bakelita	3.500	3.500
	base IC 14 terminales	300	300

TOTAL 12.700

OSCILADOR DE RELAJACION PRA DISPARO DEL SCR

Semiconductores:

D3	1N4004	250	250
Q2	2N4853	2.300	2.300
Q3	C106B2	1.400	1.400

Resistencias:

R1	0,033 K, $\frac{1}{2}$ W	50	50
R2	0,270 K, $\frac{1}{2}$ W	50	50
R _E	0,100 K, $\frac{1}{2}$ W	50	50
R _{rF}	1,5 k, $\frac{1}{2}$ W	50	50
R _{rV}	5 M, $\frac{1}{2}$ W	4.000	4.000

Condensador:

C1	2.200 μ F, 50 V	1.000	1.000
----	---------------------	-------	-------

Otro:

m7	relé, 12 V	2.500	2.500
----	------------	-------	-------

TOTAL			11.650
-------	--	--	--------

MEDIDOR DE TEMPERATURA

Semiconductores:

D1	1N4005	200	200
IC1	LM324	3.500	3.500
T1, T2	ntc	1.500	3.000

Resistencias:



BIBLIOTECA

IC5	4067	5.000	5.000
IC6	8703	10.000	10.000

Resistencias:

R1	4,7 K, $\frac{1}{2}$ W	100	100
R2	100 K, $\frac{1}{2}$ W	100	100
R3	0,1 K, $\frac{1}{2}$ W	100	100
R4	0,15 K, $\frac{1}{2}$ W	100	100
R5	1 M, $\frac{1}{2}$ W	100	100
P1	1 M, $\frac{1}{2}$ W	2.700	2.700
P2	20 K, $\frac{1}{2}$ W	1.800	1.800

Condensadores:

C1	100 nF, 50 V	300	300
C2, C3	68 pF, 50 V	100	200

Otros:

base IC, 40 pines	700	700
base IC, 20 pines	360	720
base IC, 14 pines	300	300

base IC, 24 pines		500	1.000
	poste	350	700
	circuito impreso	20.000	20.000
			<hr/>
TOTAL			61.370
TARJETA DE CONTROL MANUAL PARA LA VALVULA DE GAS Y			
ENCENDIDO DE CHISPA			
IC1 LM324		3.500	3.500
R1,, R5	10 K, $\frac{1}{4}$ W	100	500
R6	5,6 K $\frac{1}{2}$ W	100	100
P1, P2	100 K	1.800	3.600
R7, R8	220 OHM, $\frac{1}{4}$ W	100	200
D1, D2	diodos	250	500
LD1, LD2	leds	300	600
	bakelita	4.000	4.000
			<hr/>
TOTAL			13.000

TARJETA DE CONTROL

Circuitos integrados:

CI1	8255	13.000	13.000
CI2	7400	1.750	1.750
CI3	74245	1.700	1.700
CI4	74HC688	2.000	2.000

Semiconductores:

Q1, , Q8	C644	500	4.000
------------------	------	-----	-------

Resistencias:

R1, , R8	4,7 K, $\frac{1}{2}$ W	100	800
R9, , R16	1 K, $\frac{1}{2}$ W	100	800

Condensador:

C1	100 nF, 50 V	450	450
----	--------------	-----	-----

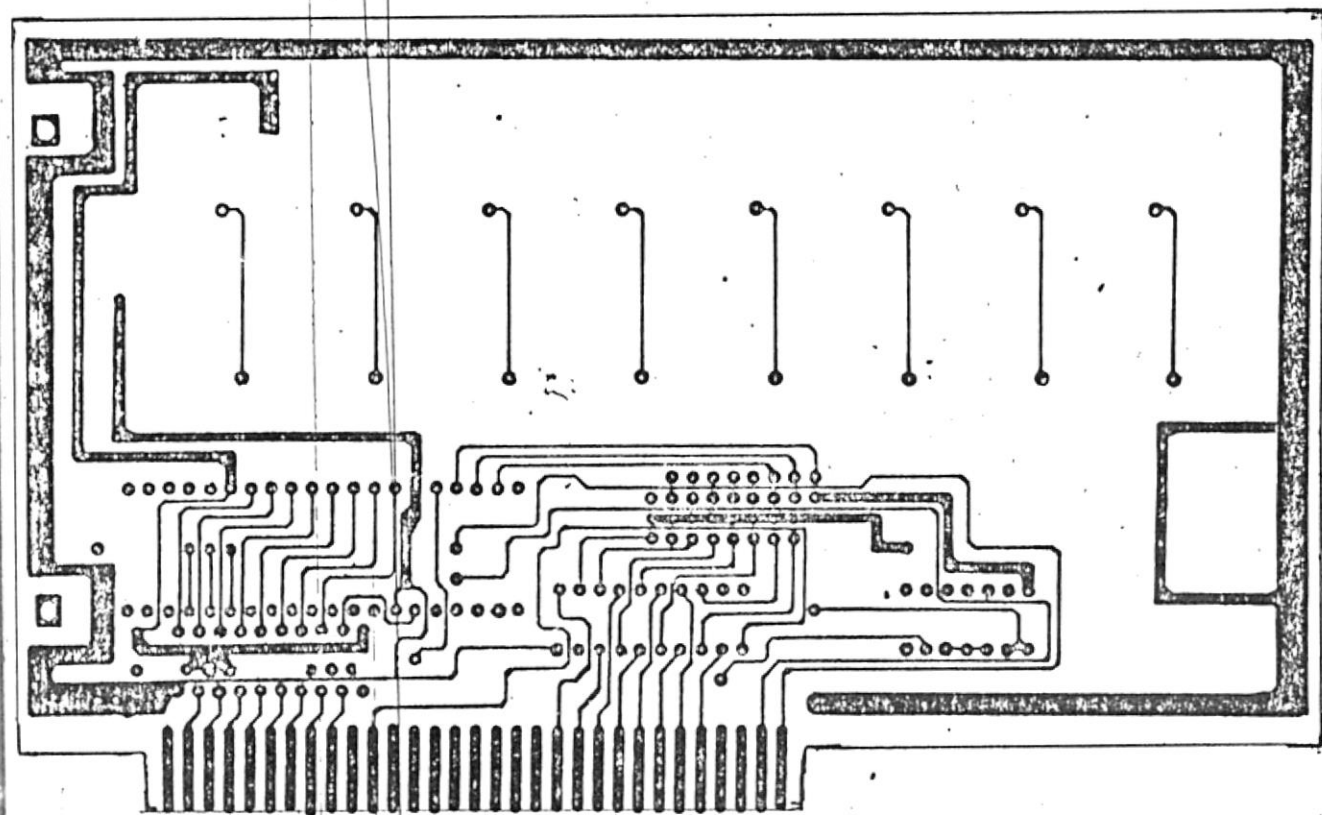
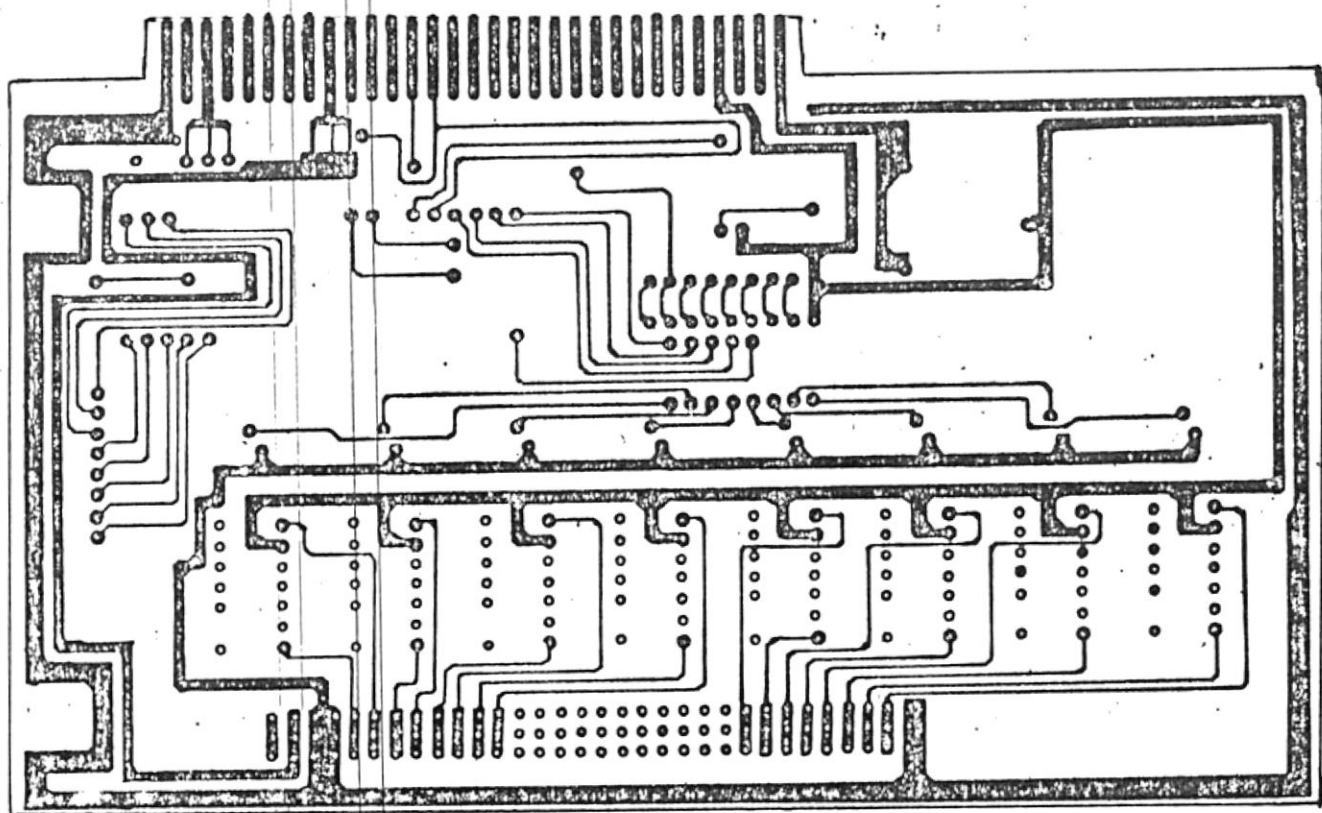
Otros:

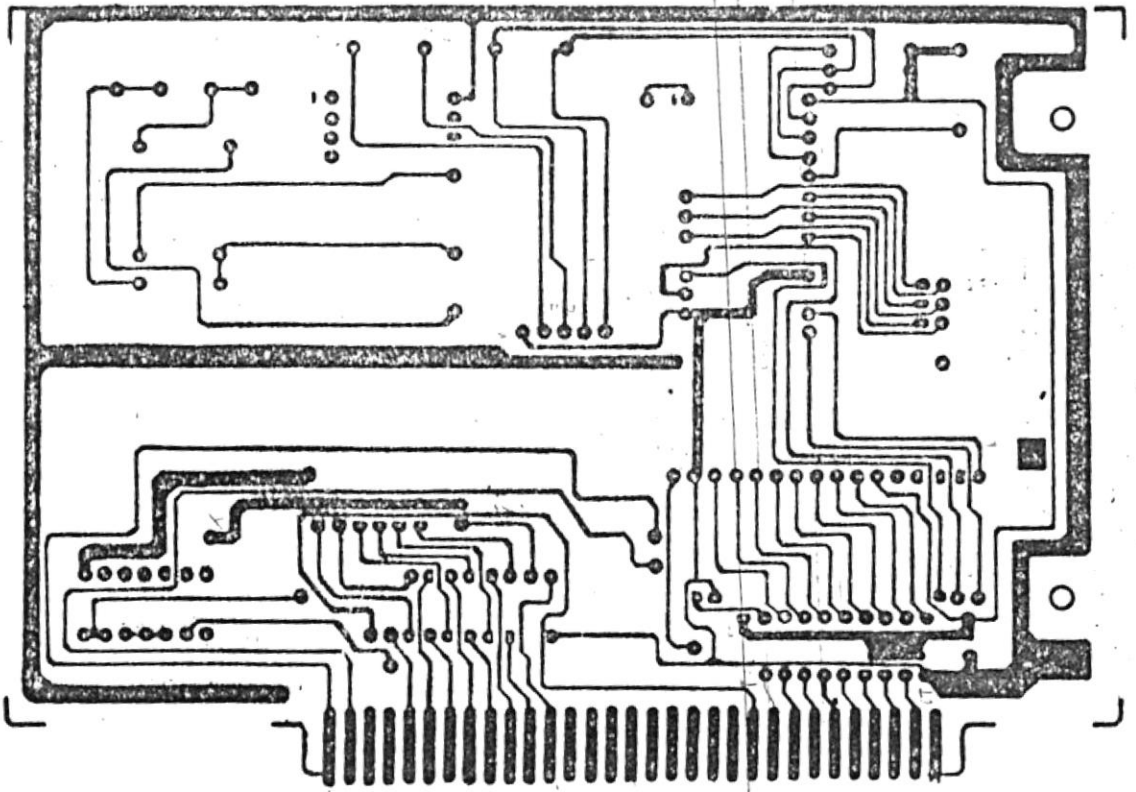
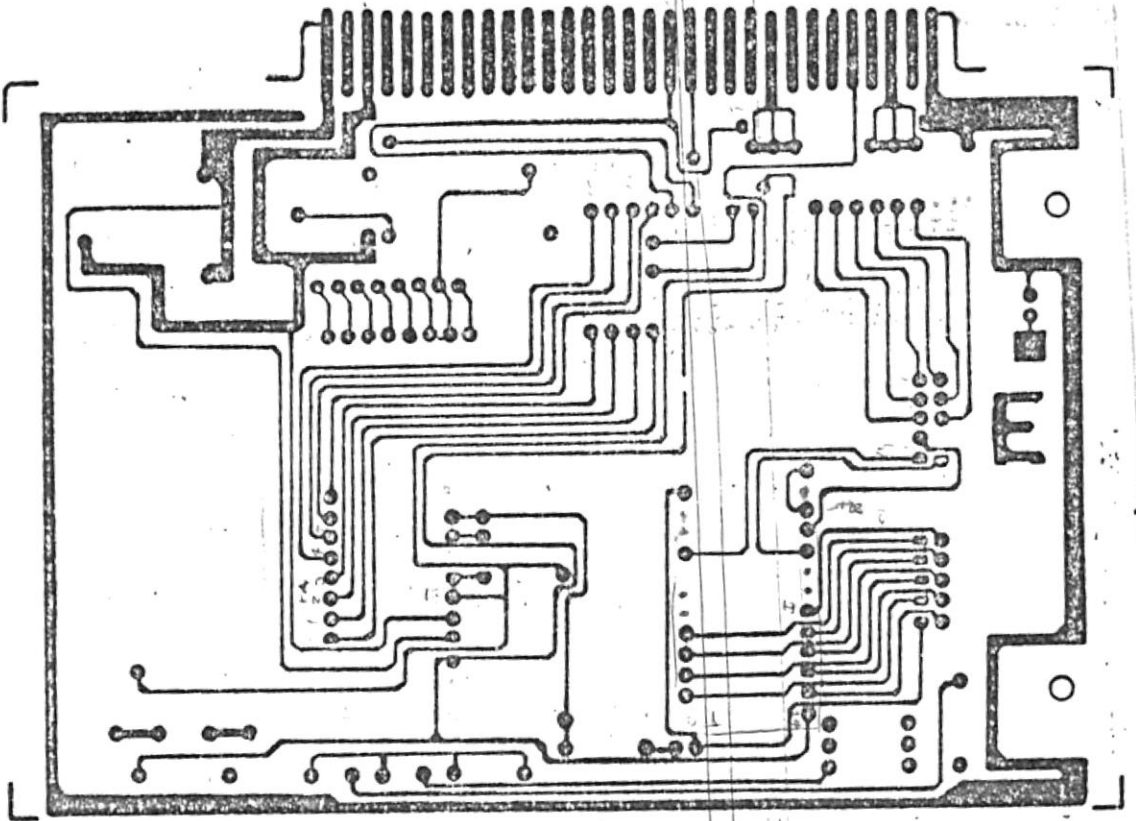
r1, , r8	PRME 15005	2.500	20.000
	base IC, 40 pines	700	700
	base IC, 20 pines	360	720
	base IC, 14 pines	300	2.700
	poste	350	700
	circuito impreso	25.000	25.000
			<hr/>
TOTAL			74.120
CABLE PARA LA			
CONEXION DE			
TERMISTORES	18 metros	2.000	36.000
			<hr/>
TOTAL GENERAL			S./ 350.120

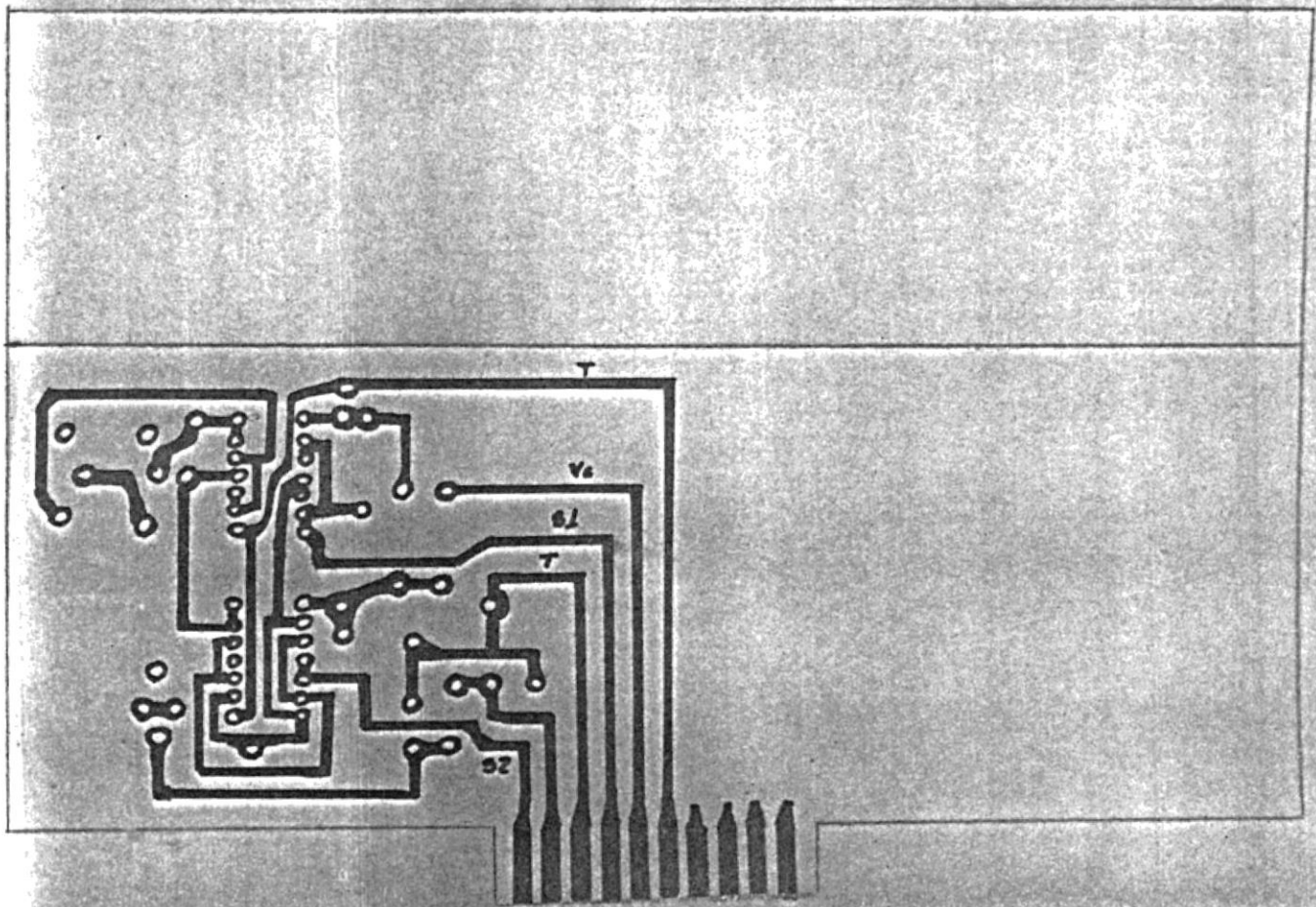
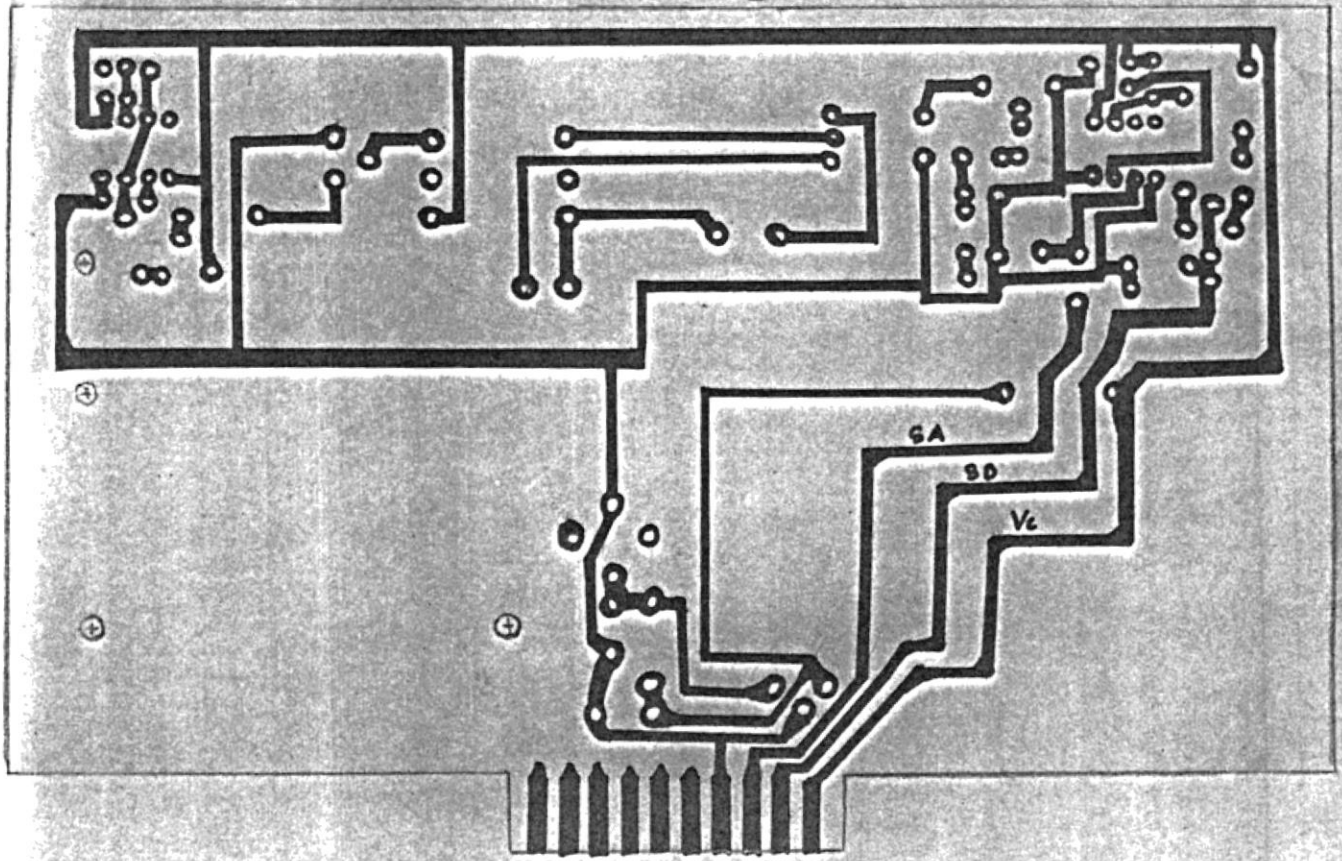
APENDICE A

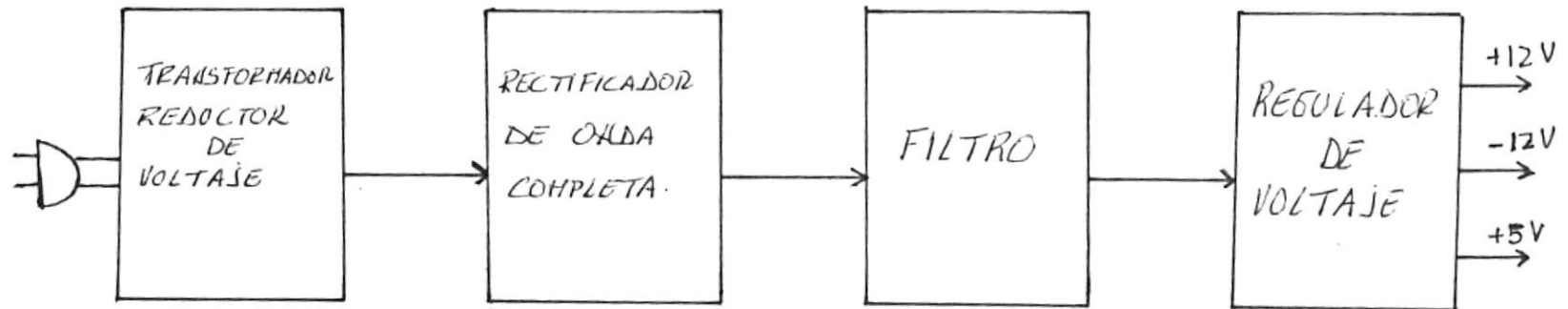
En este apendice se muestran lo siguiente:

- Circuito impreso de la tarjeta de control
- Circuito impreso de la tarjeta de adquisicion de datos.
- Circuito impreso de la tarjeta de humedad relativa del grano.
- Circuito impreso de la tarjeta de Humedad relativa del aire.
- Diagrama de bloques y circuital de la fuente de poder.
- Caracteristicas del sensor de humedad relativa del aire.
- Caracteristica del sensor de Humedad relativa del grano.





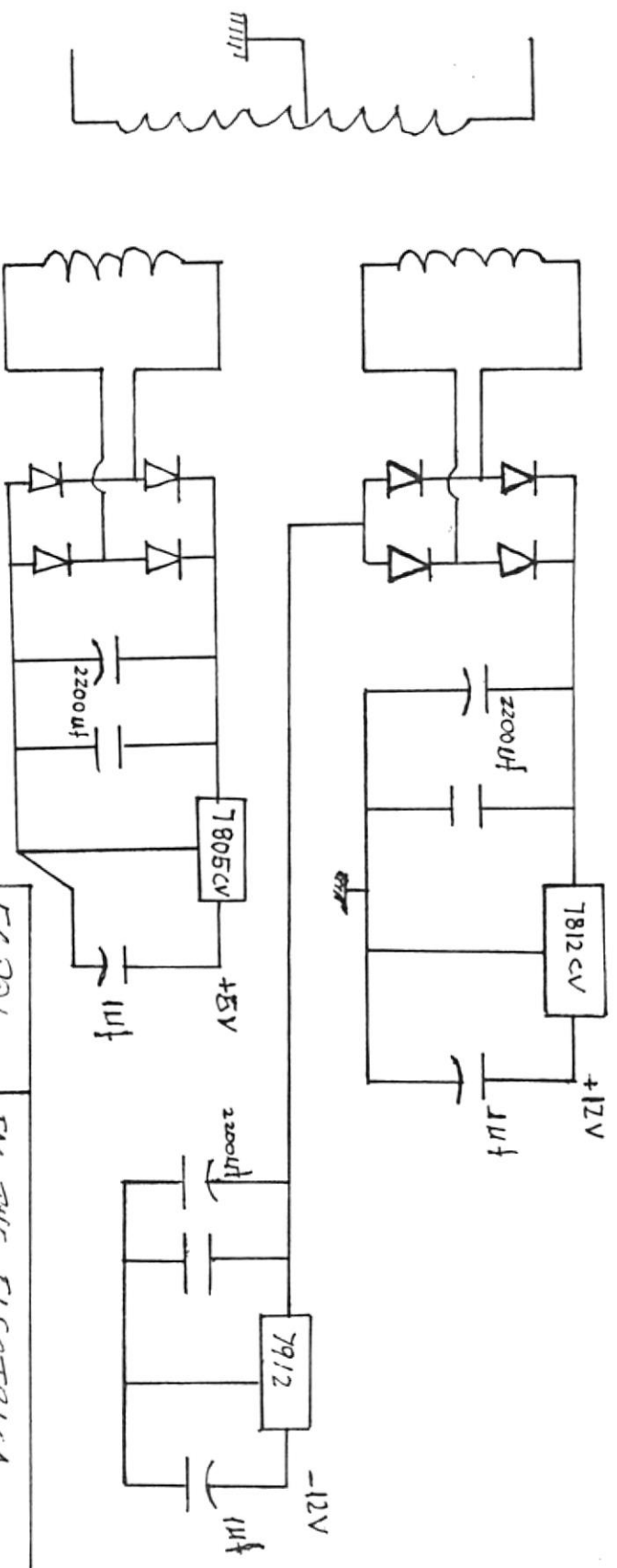




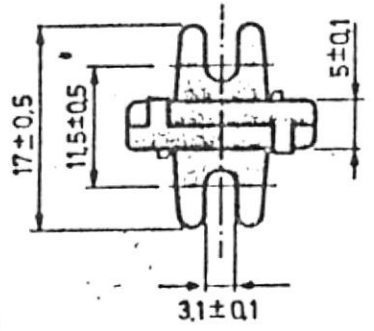
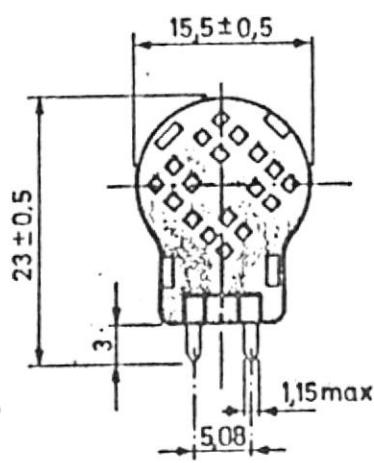
ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA.	
	ING. GOMER RUBIO
DIF. BLOQUES FUENTES DE PODER DC.	



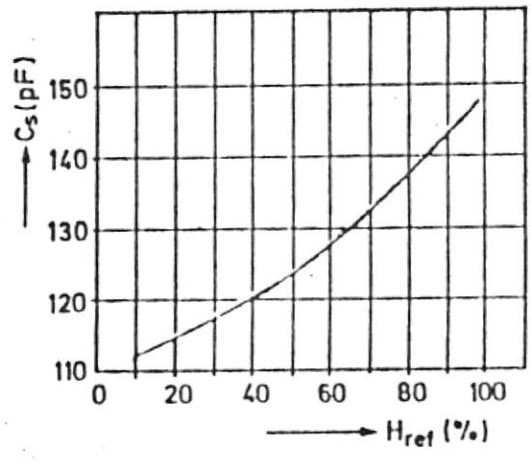
BIBLIOTECA



ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOR. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA.	
FIG. #	ING. GOHER RUBID
DISE. CIR. FUENTES DE PODER DC	

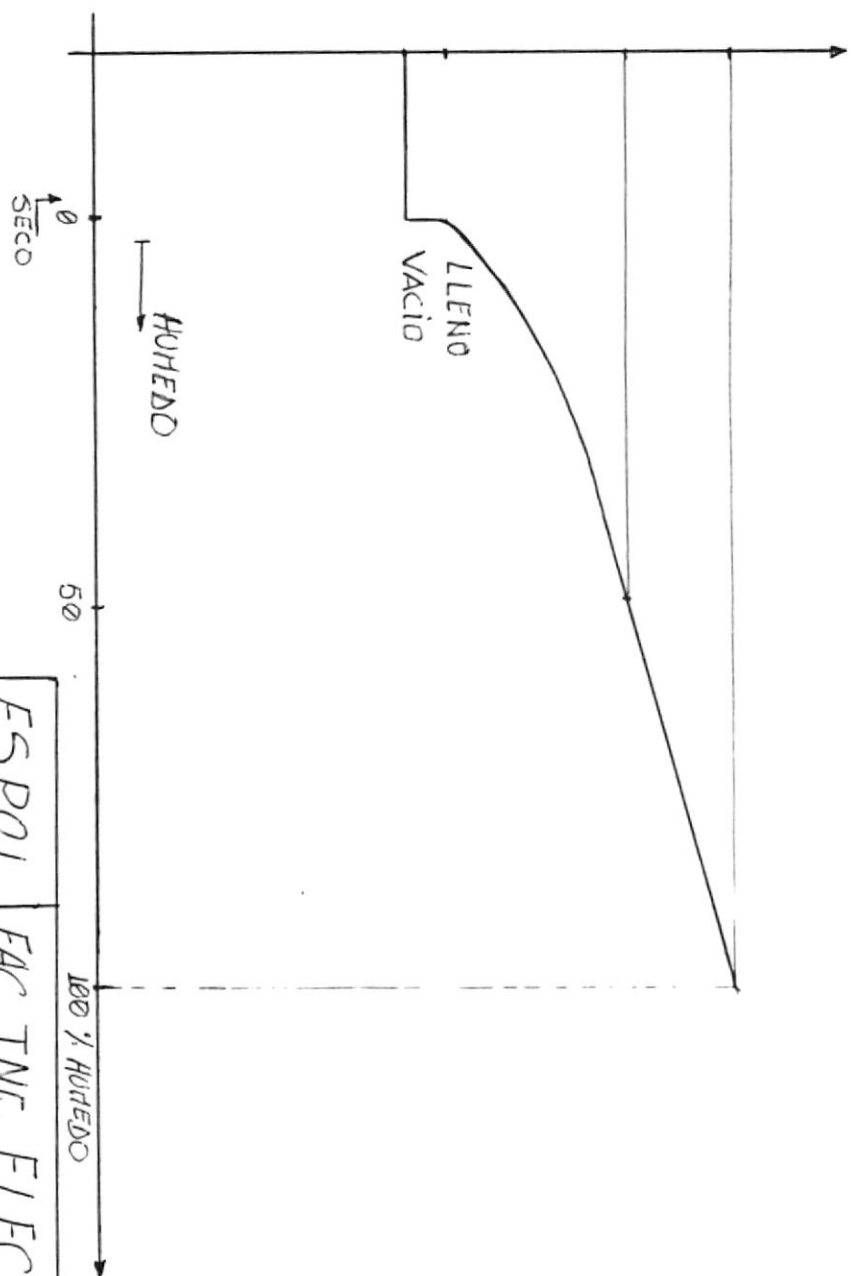


(a)



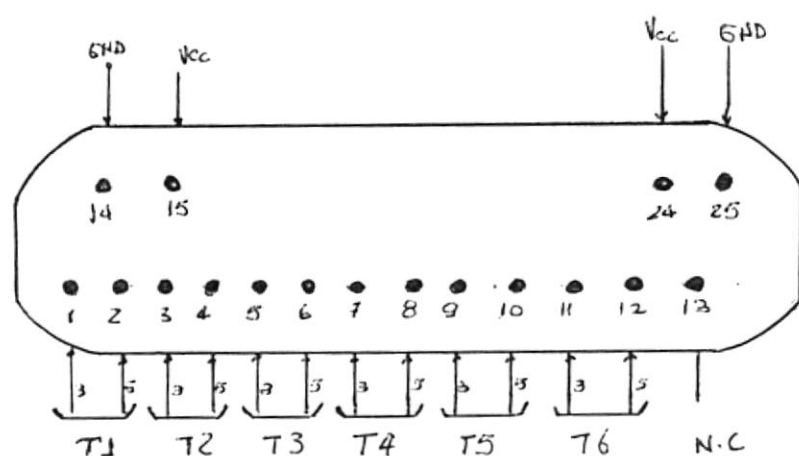
(b)

Figura 44. a) Aspecto físico del sensor de humedad de la firma VALVO. Las cotas vienen dadas en milímetros. b) Relación entre la humedad relativa y la capacidad del sensor medida en pF.

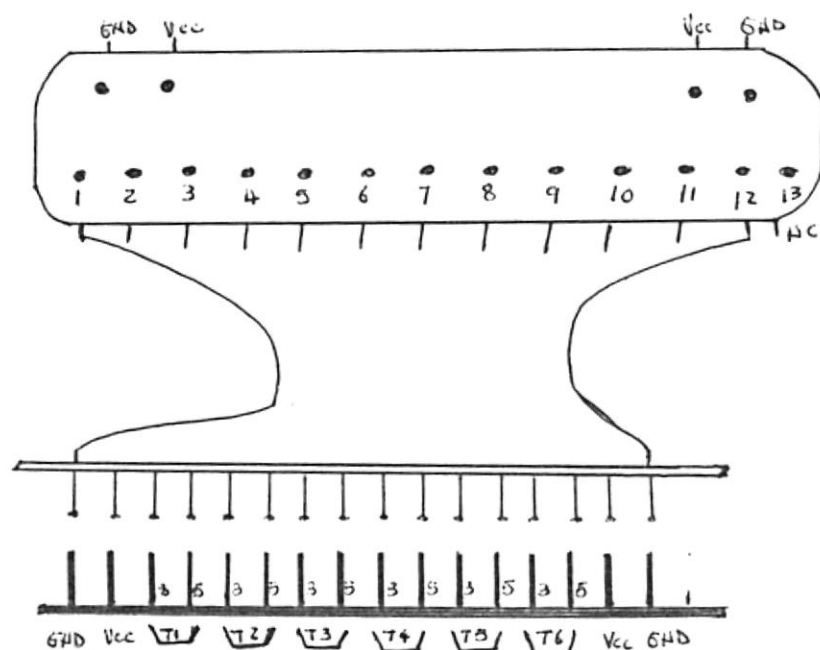


ESPOL	FAC. ING. ELECTRICA
TOP. ESP. INSTRUMENTACION ELECTRONICA	
INS. BOHER ROBIO	
CURVA CARACTERISTICA DE HUMEDAD DEL CERAMICO	

CONEXION FISICA DEL DB25 CON LOS TERMISTORES UBICADOS EN EL SALDO DE LA TORRE SECAORA



CONEXION FISICA DESDE LA TARJETA DE TEMP. AL CONECTOR DB25



3 a 5 CORRESPONDEN A LAS ENTRADAS DE LOS OPAMP.
 Y ASU VES A CADA PAR DE TERMISTORES EN LA
 TARJETA DE TEMPERATURA.

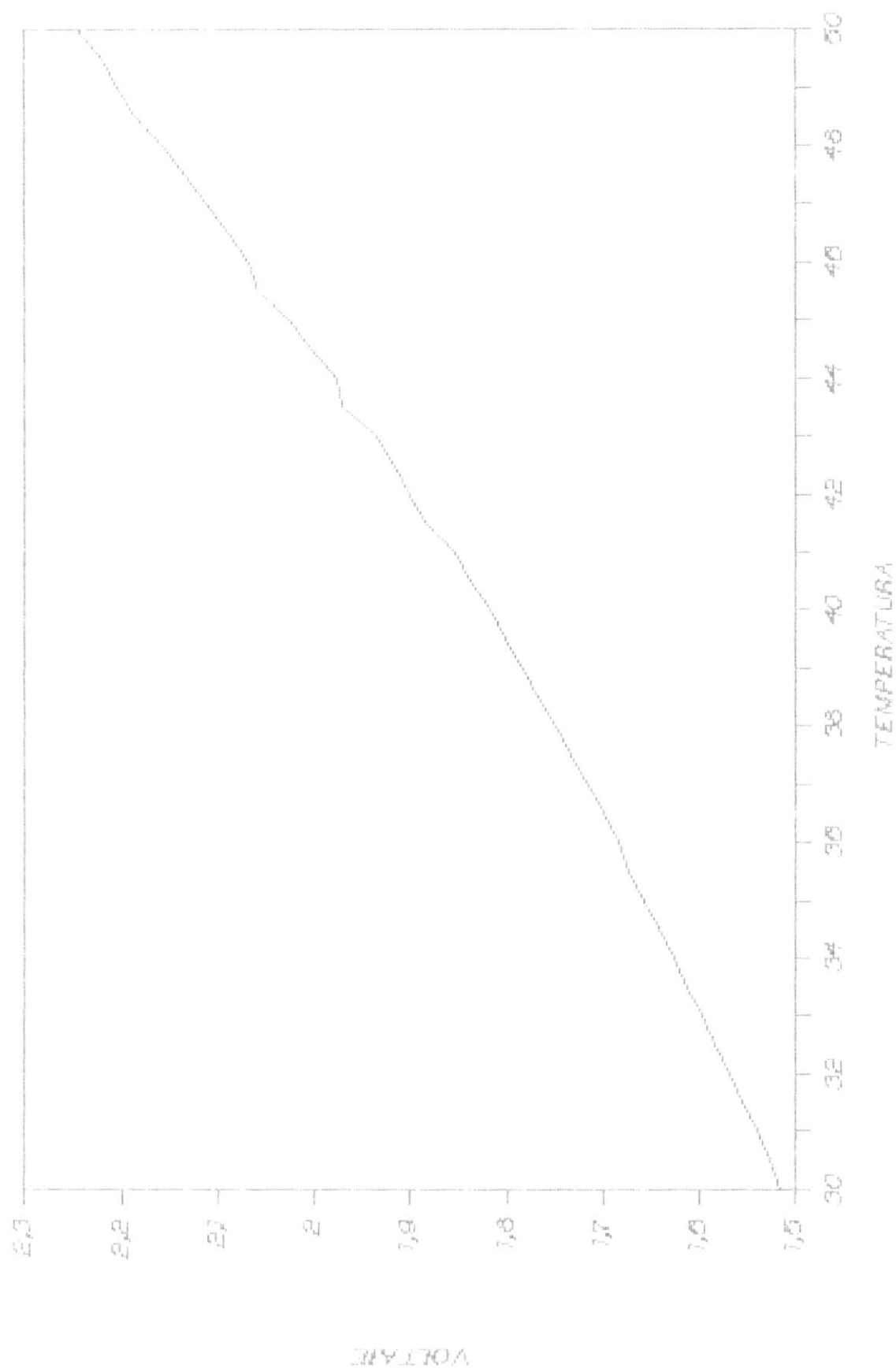
DATOS TOMADOS EXPERIMENTALMENTE DE LOS TERMISTORES

VOLTAJE	TEMPERATURA
1.517	30
1.527	30.5
1.54	31
1.555	31.5
1.57	32
1.584	32.5
1.597	33
1.613	33.5
1.627	34
1.643	34.5
1.658	35
1.673	35.5
1.685	36
1.700	36.5
1.715	37
1.734	37.5

1.750	38
1.767	38.5
1.783	39
1.802	39.5
1.818	40
1.838	40.5
1.854	41
1.885	41.5
1.901	42
1.918	42.5
1.936	43
1.973	43.5
1.976	44
2.003	44.5
2.027	45
2.058	45.5
2.068	46
2.090	46.5
2.113	47
2.135	47.5
2.157	48
2.187	48.5
2.205	49

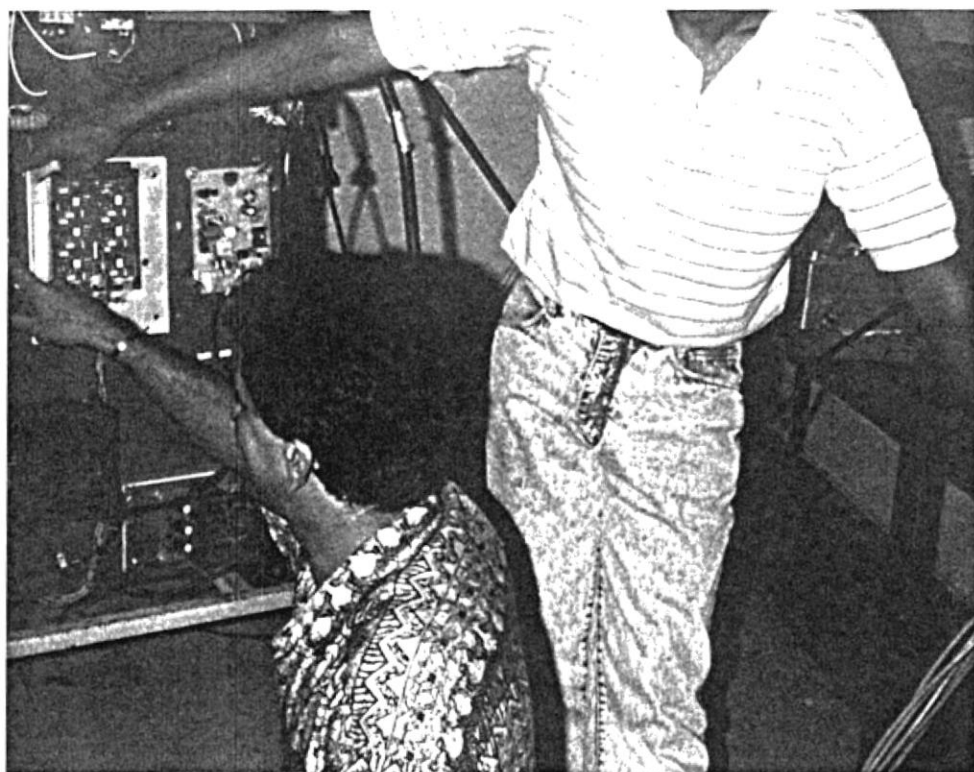
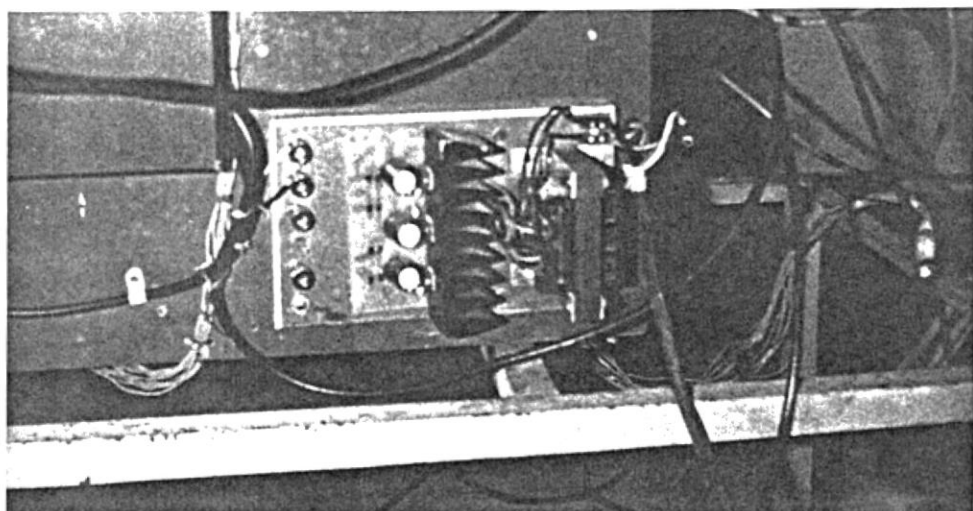
2.220	49.5
2.247	50

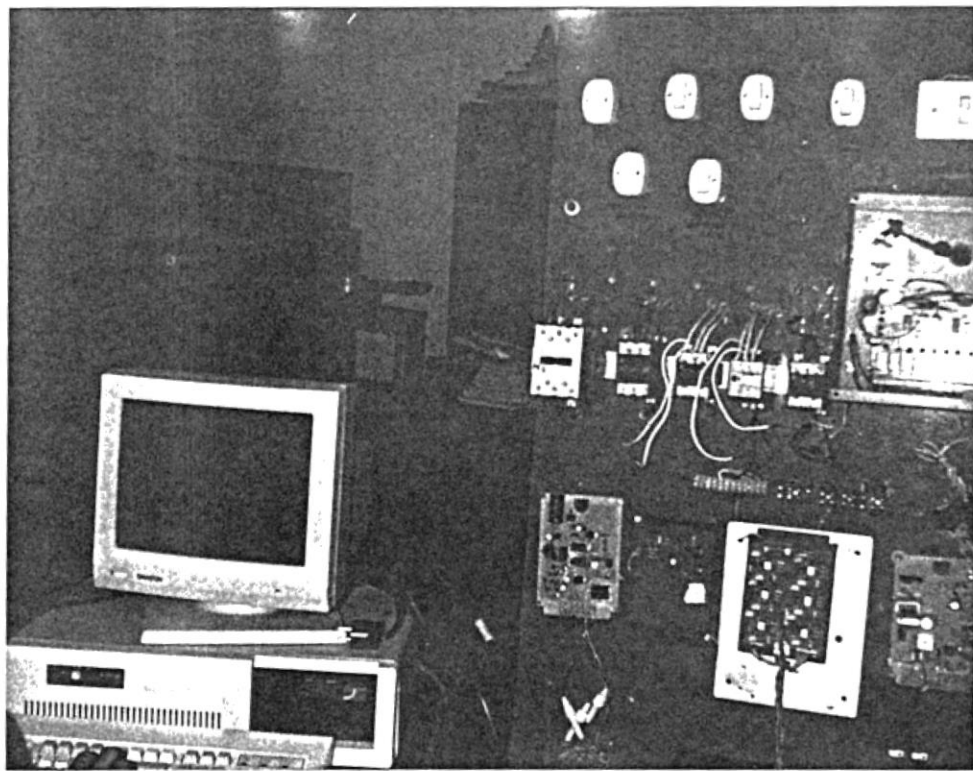
CONTROL DE TEMPERATURA

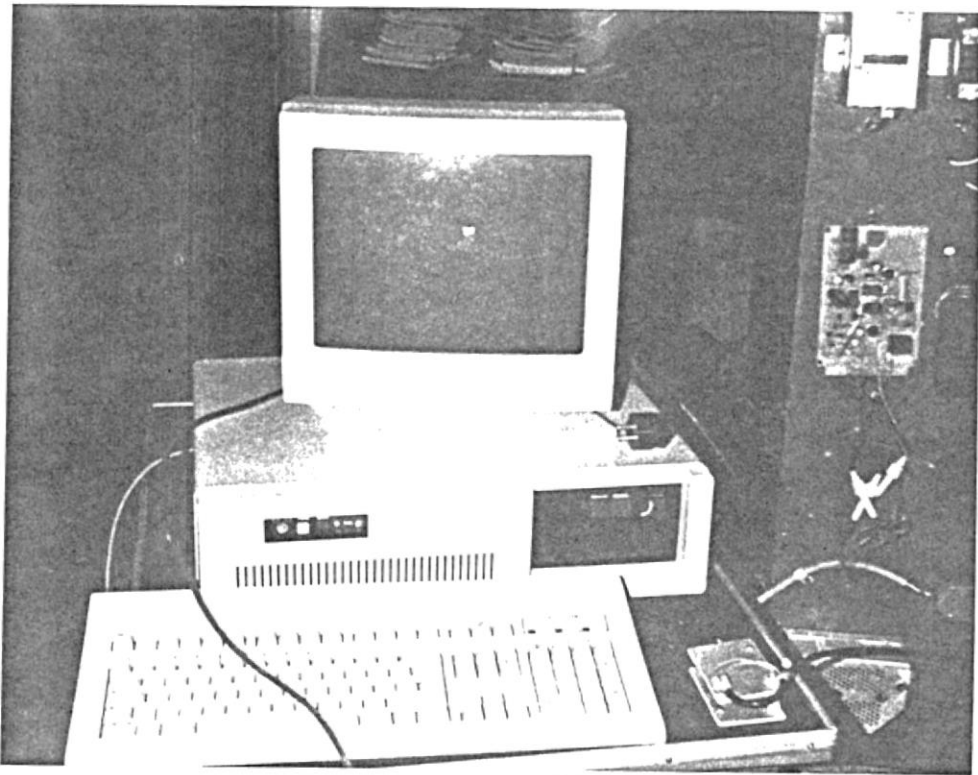
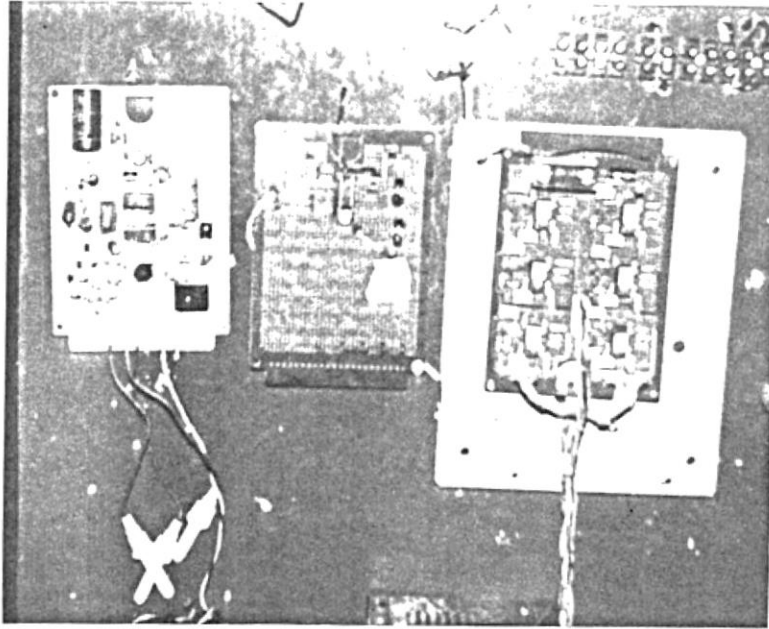


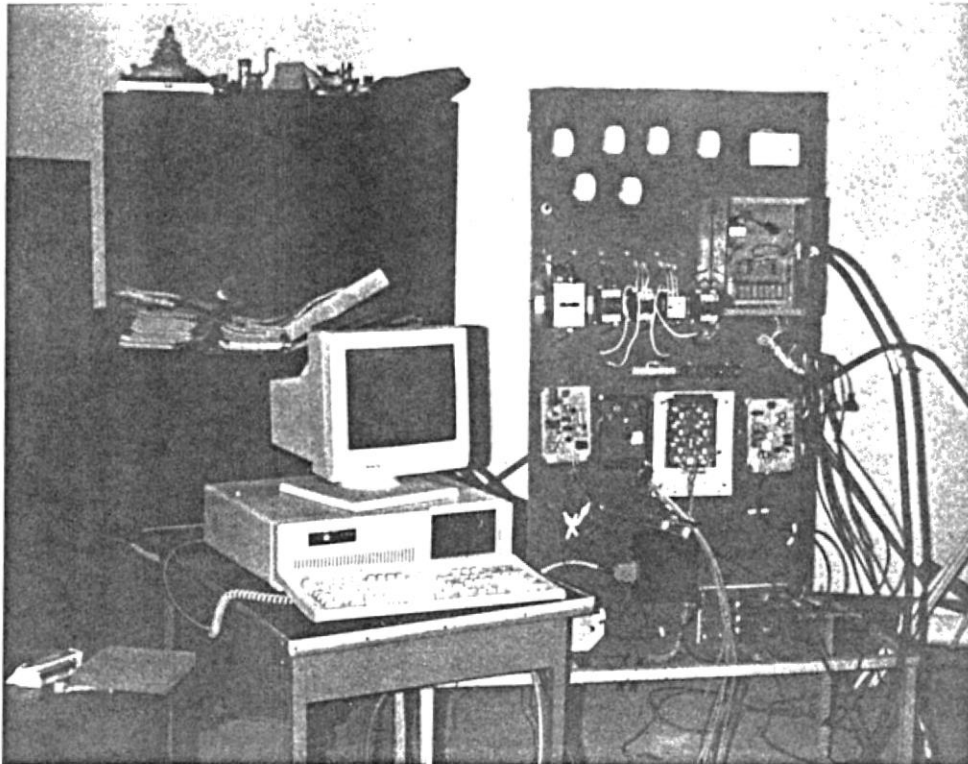
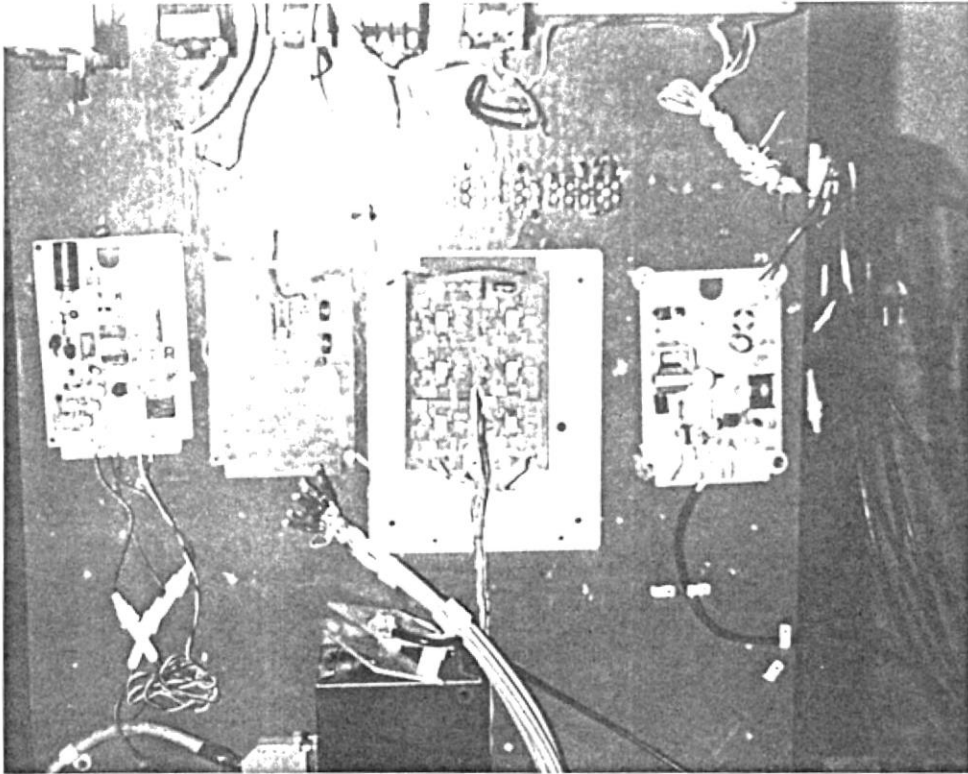
APENDICE B:

Fotografias.

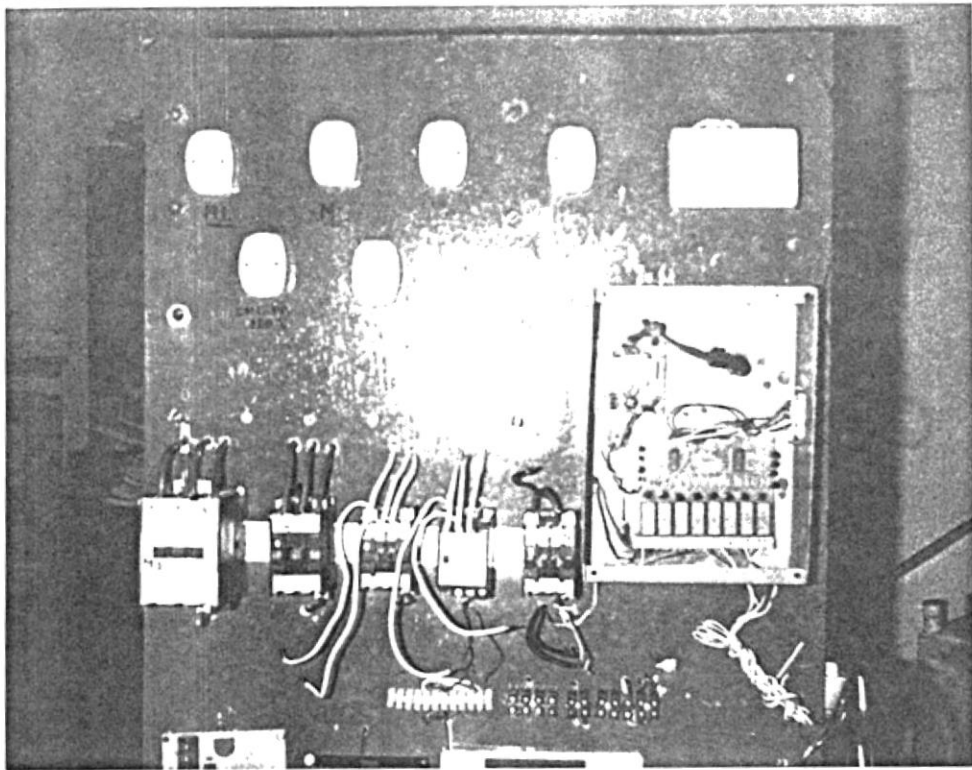
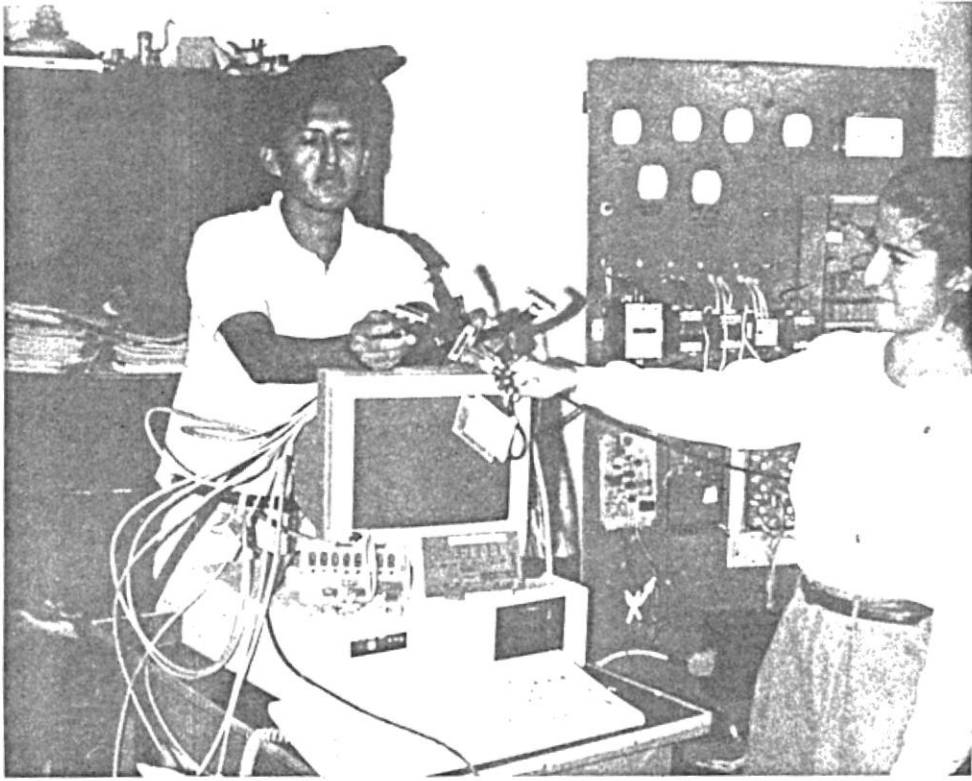








BIBLIOTECA



INDICE

CAPITULO 1.: INTRODUCCION	1
CAPITULO 2.: DESCRIPCION GENERAL DEL PANEL	3
2.1. Alimentación y Control	3
2.1.1. Control Manual	4
2.1.2. Tarjeta de Control Manual para la Válvula de Gas y Encendido de Chispa.	4
2.1.3. Control Automático	8
CAPITULO 3.: PROTECCION DEL SISTEMA	16
3.1. Rectificador Trifásico de Media Onda	17
3.2. Reductor de Tensión	17
3.3. Circuito para Filtrado de Transiente	18
3.4. Comparador de Sobre y Bajo Voltaje	18
3.5. Separador del Circuito	19
3.6. Red de Retardo de Tiempo	20

3.7. Comparador de Voltaje	21
CAPITULO 4.: DESCRIPCION DE LAS TARJETAS	24
4.1. Etapa Medidora de Temperatura en el Interior de la Tolva	24
4.1.1. Criterio de diseño	25
4.2. Sensor de Humedad del Grano	32
4.2.1. Convertidor DC/AC	33
4.2.2. Circuito Sensor	34
4.2.3. Convertidor de Frecuencia a Voltaje	35
4.2.4. Comparador	35
4.3. Control de la Entrada de Gas a la Cámara de Combustión y Encendido de la Chispa	40
4.3.1. Control a la Cámara de Combustión	40
4.3.2. Control de Tiempo de Encendido	42
4.4. Tarjeta de Humedad Relativa	50
CAPITULO 5.: INTERFASES CON LA COMPUTADORA PARA EL CONTROL AUTOMATIZADO DEL PROCESO	55
5.1. Tarjeta de Control	59
5.2. Tarjeta de Adquisición de Datos	65
5.3. Programa de Control para el Proceso de	

Secado de Arroz.	69
5.4. Explicación del Software del Proceso	72
 CAPITULO 6.: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	 75
 APENDICES	
Lista de Precios de Componentes	78
A: Diagrama de Circuitos Impresos	89
B: Fotografías de las Diferentes Partes del Proyecto	97
 INDICE	 102