

T  
610.28  
9914



# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD



BIBLIOTECA

“EQUIPOS ELECTRONICOS QUE SE UTILIZAN EN UNA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PARA RECIEN NACIDOS”

## INFORME TECNICO

Previa a la Obtención del Título de:

### INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

Presentada por:

Edwin Guaranda Bustamante

Guayaquil - Ecuador

1.992



\*D-11058\*

## A G R A D E C I M I E N T O

AL ING. MIGUEL YAPUR AUAD, MIS MÁS  
SINCEROS AGRADECIMIENTOS POR SU  
VALIOSO APORTE EN LA ORIENTACIÓN E  
IDEAS EN LA REALIZACIÓN DEL PRE  
SENTE INFORME TÉCNICO,-

## D E D I C A T O R I A

- A MI MADRE:  
LE DEDICO ESTA OBRA CON PROFUNDO  
RESPECTO Y CARIÑO.
  
- A TODAS LAS PERSONAS QUE DE UNA  
U OTRA FORMA ME AYUDARON A LA  
REALIZACIÓN Y CULMINACIÓN DE LA  
MISMA.

## DECLARACIÓN EXPRESA

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCTRINAS EXPRESADOS EN ESTE INFORME TÉCNICO, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y EL PATRIMONIO INTELECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE EXÁMENES Y TÍTULOS PROFESIONALES DE LA ES  
POL).

-----  
EDWIN D. GUARANDA BUSTAMANTE

*Jorge Flores Macías*  
ING. JORGE FLORES MACIAS  
SUBDECANO  
FACULTAD ING. EN ELECTRICIDAD

*Miguel Yapur Ajud*  
ING. MIGUEL YAPUR AJUD  
DIRECTOR

*Juan del Pozo Lemos*  
ING. JUAN DEL POZO LEMOS  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## RESUMEN

En el presente informe técnico se hará un estudio de dos tipos de máquinas que han sido agrupadas de acuerdo a su aplicación.

Estas máquinas son:

- a. Controladores de temperatura; y.
- b. Controladores de infusión volumétrica de presión va  
riable.

En los capítulos que presentamos más adelante, encontrremos el estudio de estas máquinas de forma resumida , mostrando la experiencia acumulada en la operación, mantenimiento y reparación de cada una de las unidades - aquí mencionadas.

Se hará una descripción de las máquinas, se explicará - su aplicación, se hará una descripción, y se dará a conocer la forma como se efectúa un mantenimiento preven- tivo para verificar el estado normal de operación de



acuerdo a las regulaciones y recomendaciones tanto de -  
los fabricantes como de las organizaciones reguladoras  
de equipo médico y de los hospitales que las usan.

## INDICE GENERAL

PAG.

RESUMEN -----	VI
INDICE GENERAL,-----	VIII
INDICE DE FIGURAS -----	XI
INTRODUCCION -----	13
CAPITULO I	
CONTROLADORES DE TEMPERATURA Y PRESION-----	16
1.1. GENERALIDADES DE LOS CALENTADORES POR PRIN- CIPIO DE RADIACIÓN -----	16
1.1.1. <u>USOS Y APLICACIONES DE LOS CALENTADO-</u> <u>RES POR PRINCIPIO DE RADIACIÓN</u> -----	23
1.1.2. <u>ESPECIFICACIONES</u> -----	26
1.2. GENERALIDADES DE LOS INCUBADORES PARA TRANS- PORTACIÓN -----	29
1.2.1. <u>USOS Y APLICACIONES DE LOS INCUBADO-</u> <u>RES PARA TRANSPORTACIÓN</u> -----	37
1.2.2. <u>ESPECIFICACIONES</u> -----	39
1.3. GENERALIDADES DE LOS INCUBADORES -----	42
1.3.1. <u>USOS Y APLICACIONES DE LOS INCUBADO-</u> <u>RES</u> -----	50

	PAG.
1.3.2. <u>ESPECIFICACIONES</u> -----	52
1.4. GENERALIDADES DE LA BOMBA DE INFUSIÓN Y PRESIÓN VARIABLE -----	54
1.4.1. <u>USOS Y APLICACIONES DE LA BOMBA DE INFUSIÓN DE PRESIÓN VARIABLE MODELO 565.</u> -----	61
1.4.2. <u>ESPECIFICACIONES</u> -----	63
CAPÍTULO II	
DESCRIPCIÓN FUNCIONAL -----	66
2.1. TEORÍA DE OPERACIÓN DE LOS CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACIÓN -----	66
2.1.1. <u>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</u> -----	66
2.1.2. <u>CIRCUITO GENERADOR DE CALOR</u> -----	68
2.1.3. <u>CIRCUITO CONTROLADOR DE TEMPERATURA</u> -----	71
2.2. TEORÍA DE OPERACIÓN DE LOS INCUBADORES PARA TRANSPORTACIÓN -----	76
2.2.1. <u>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</u> -----	76
2.2.2. <u>CIRCUITO GENERADOR DE CALOR</u> -----	81
2.2.3. <u>CIRCUITO CONTROLADOR DE TEMPERATURA</u> -----	83
2.3. TEORÍA DE OPERACIÓN DE LOS INCUBADORES -----	89
2.3.1. <u>FUENTE DE ALIMENTACIÓN</u> -----	89
2.3.2. <u>CIRCUITO GENERADOR DE CALOR</u> -----	91
2.3.3. <u>CIRCUITO CONTROLADOR DE TEMPERATURA</u> -----	95

PAG:

2.4. TEORÍA DE OPERACIÓN DE LA BOMBA DE INFUSIÓN	103
2.4.1. <u>FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y REGULADOR -</u> <u>DE VOLTAJE DE LÍNEA</u> -----	103
2.4.2. <u>MEMORIA DEL SISTEMA BASADO EN EL MI-</u> <u>CROPROCESADOR 8085</u> -----	111
2.4.3. <u>CIRCUITO DISCRIMINADOR DE GOTAS</u> ----	118
2.4.4. <u>CIRCUITO TRANSDUCTOR Y AMPLIFICADOR</u> <u>DE PRESIÓN</u> -----	122

## CAPÍTULO III

## MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

3.1. CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACIÓN----	130
3.2. INCUBADORES PARA TRANSPORTACIÓN -----	137
3.3. INCUBADORES -----	143
3.4. BOMBA DE INFUSIÓN -----	151
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	156
ANEXOS -----	161
BIBLIOGRAFIA -----	172

## INDICE DE FIGURAS

<u>Nº</u>		<u>PAGS.</u>
CAPITULO I		
1.1.	CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION-----	17
1.2.	A. AJUSTE MECANICO DE LA POSICION DE LA CUNA CON RESPECTO AL PISO -----	19
	B. OPERACION DEL PANEL FRONTAL DE LA CUNA-----	19
1.3.	INCUBADOR PARA TRANSPORTACION -----	30
1.4.	BASE METALICA DE ALTURA VARIABLE -----	33
1.5.	CUBIERTA DEL INCUBADOR -----	33
1.6.	VISTA FRONTAL DEL INCUBADOR -----	43
1.7.	SENTIDO DE LA CIRCULACION DEL AIRE CON LA PUERTA - FRONTAL CERRADA -----	45
1.8.	SENTIDO DE LA CIRCULACION DEL AIRE CON LA PUERTA FRONTAL ABIERTA -----	45
1.9.	BOMBA DE INFUSION DE PRESION VARIABLE MODELO 565 SE RIES 560-561 565-566 560*-561*-----	55
1.10.	VERIFICACION DEL VOLUMEN DE INFUSION -----	59
CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION		
	DIAGRAMA # 1 -----	73
	DIAGRAMA # 2 -----	74
	DIAGRAMA # 3 -----	75

<u>Nº</u>	<u>PAG.</u>
INCUBADORES PARA TRANSPORTACION	
DIAGRAMA # 1 -----	85
DIAGRAMA # 2 -----	87
DIAGRAMA # 3 -----	88
INCUBADOR	
DIAGRAMA # 1 -----	100
DIAGRAMA # 2 -----	101
DIAGRAMA # 3 -----	102
BOMBA DE INFUSION	
DIAGRAMA # 1 -----	125
DIAGRAMA # 2 -----	126
DIAGRAMA # 3 -----	127
DIAGRAMA # 4 -----	128
DIAGRAMA # 5 -----	129
ANEXO	
A.1. ANALIZADOR ELECTRICO -----	166



BIBLIOTECA

## INTRODUCCIÓN

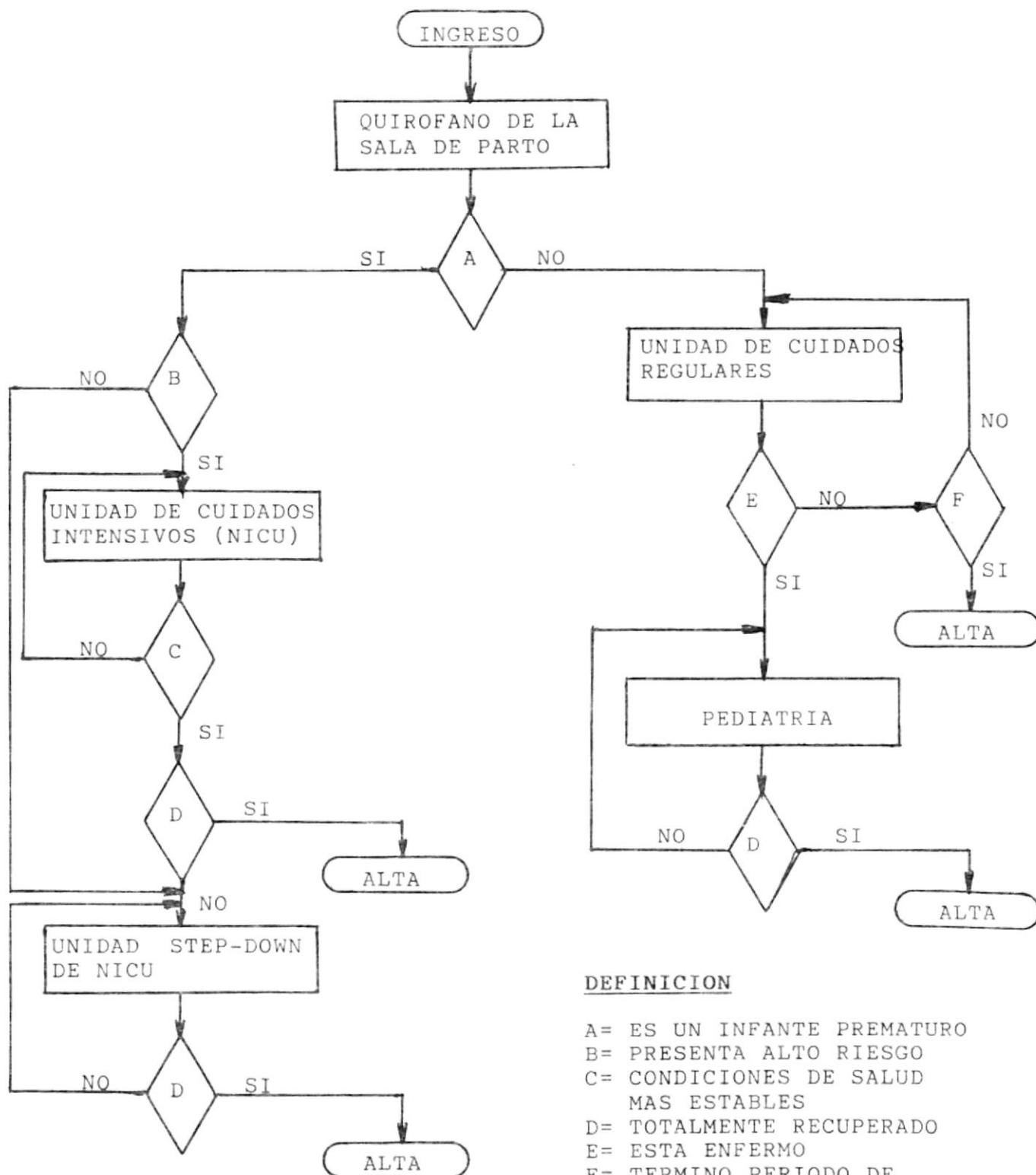
En el presente informe técnico se ha escogido cuatro tipos diferentes de equipos, agrupados bajo los nombres genéricos de: CONTROLADORES DE TEMPERATURA Y BOMBAS DE INFUSIÓN VOLUMÉTRICA DE PRESIÓN VARIABLE. Para presentarlas como ejemplos de las múltiples aplicaciones de la Ingeniería - Electrónica en el área médica de cuidados intensivos para recién nacidos (NICU).

Para una mejor comprensión de este informe, se lo ha dividido en tres capítulos completamente independientes entre sí, en los cuales se enfoca las partes principales de que está compuesta la máquina, su partición funcional, el mantenimiento preventivo que se hace a cada una de ellas - así como también sus usos y aplicaciones.

Debido a que en el mercado existe una gran variedad de estos equipos provenientes de diferentes fabricantes, se ha escogido un modelo para cada tipo, basado en la calidad y funcionalidad de cada uno de ellos que los ubica entre los mejores y más modernos en su tipo. Razones por las que son ampliamente aceptados en el mercado.

Con el objeto de introducir al lector en la comprensión de cómo está organizada el Area de Cuidados Intensivos para Recién Nacidos, se presenta a continuación un Organigrama, el mismo que lo ayudará en la familiarización de las distintas unidades médicas que la conforman.

## ORGANIGRAMA DEL AREA DE CUIDADOS INTENSIVOS



## CAPITULO I

### CONTROLADORES DE TEMPERATURA

#### 1.1. GENERALIDADES DE LOS CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION

Se ha dado este nombre a aquellas máquinas que utilizan el principio de transmisión de calor por radiación para elevar y mantener la temperatura del cuerpo de los recién nacidos a un valor previamente determinado, que normalmente varía entre  $34^{\circ}\text{C}$  y  $37.9^{\circ}\text{C}$ . Ver la figura N° 1.1.

Este equipo consta básicamente de tres partes que son:

##### 1. CUNA o BASSINET:

Que provee máxima visibilidad y acceso al infante y tiene un ajuste mecánico que le permite estar en tres posiciones distintas que son:

- a.  $0^{\circ}$  con respecto al nivel del piso.
- b.  $+5^{\circ}$  con respecto al nivel del piso; y,

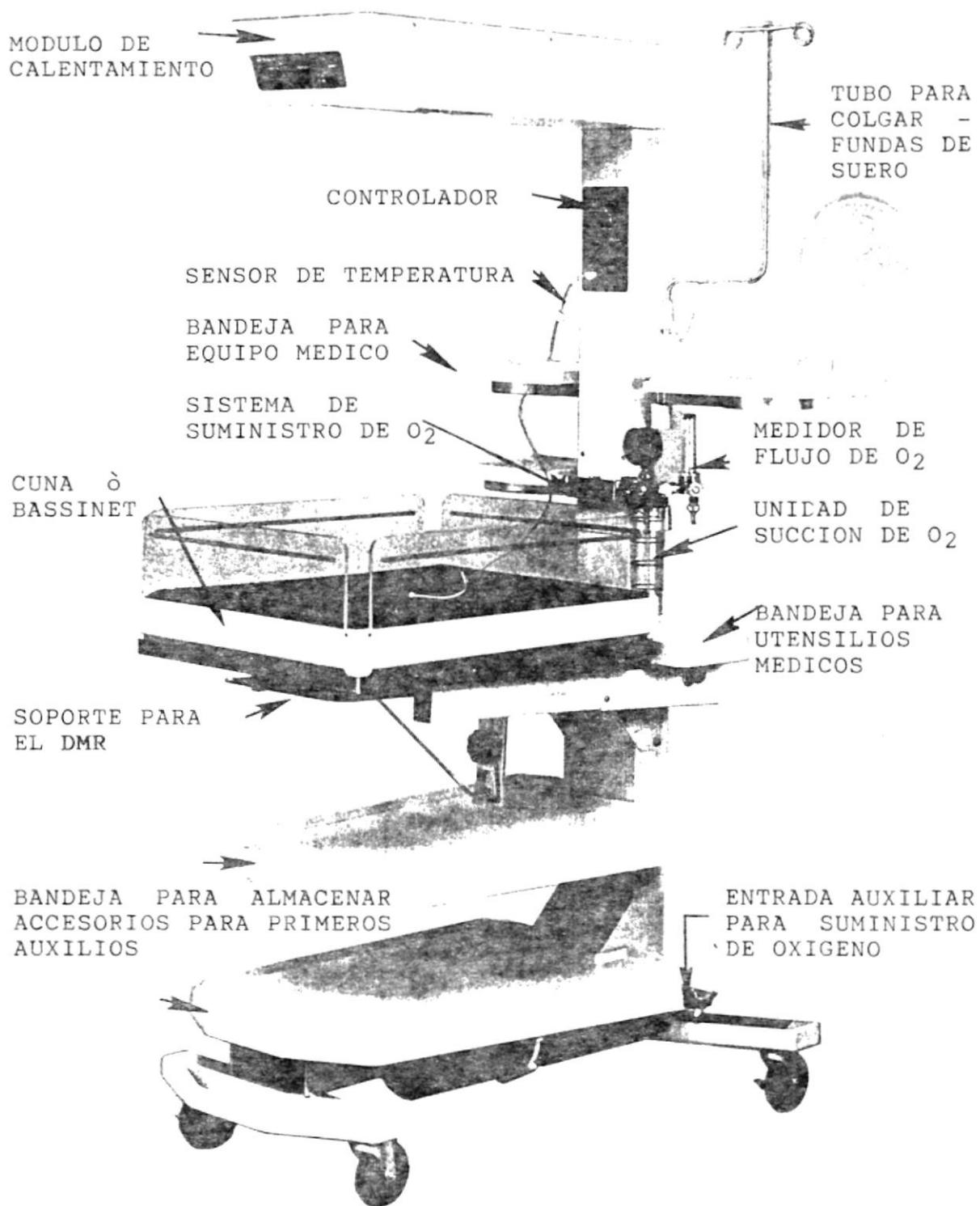


Fig. 1.1 CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION

c.  $-5^{\circ}$  con respecto al nivel del piso.

Adicionalmente, encontramos que el Bassinet o Cuna, tiene cuatro paneles: dos laterales, uno anterior y otro posterior; todos ellos de fácil remoción. Esto se hace con el propósito de facilitar la manipulación y asepsia del infante; así como también - dar cierta facilidad en el tratamiento médico. Ver figura N<sup>o</sup> 1.2.

Además de esto, la cuna puede estar ubicada a una - de las tres alturas, de tal forma que entre el piso y la parte superior del colchón de la misma, existan las siguientes distancias:

- 32 a 34 pulgadas (81 a 84 cm.)
- 35 a 37 pulgadas (89 a 94 cm.)
- 38 a 40 pulgadas (96.5 a 101.6 cm.)

Las cuales son conocidas como posiciones baja, intermedia y alta, respectivamente. Esto facilita la in tro ducción de equipos entre el módulo de calentamien to y la cuna, tales como equipos de fototerapia para la regulación de la cantidad de bilirrubina en el cuerpo del infante, equipos de rayos X, etc.

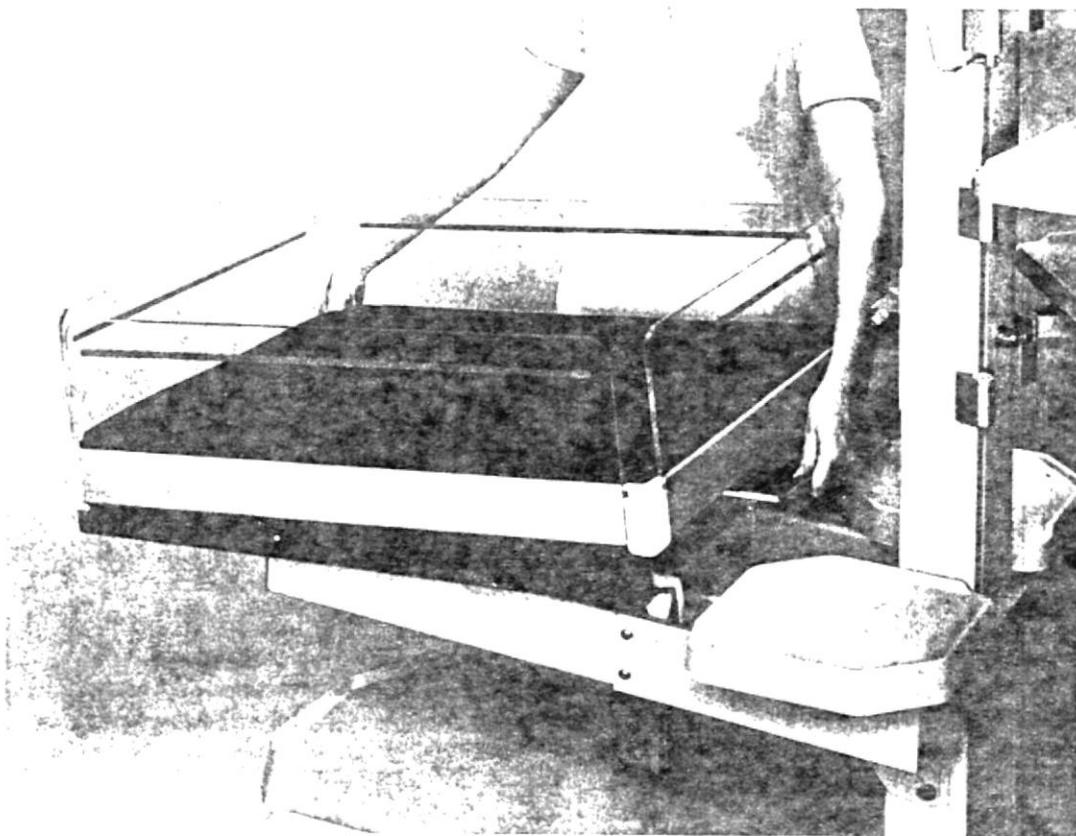


Fig. 1.2A AJUSTE MECANICO DE LA POSICION DE LA CUNA  
CON RESPECTO AL PISO

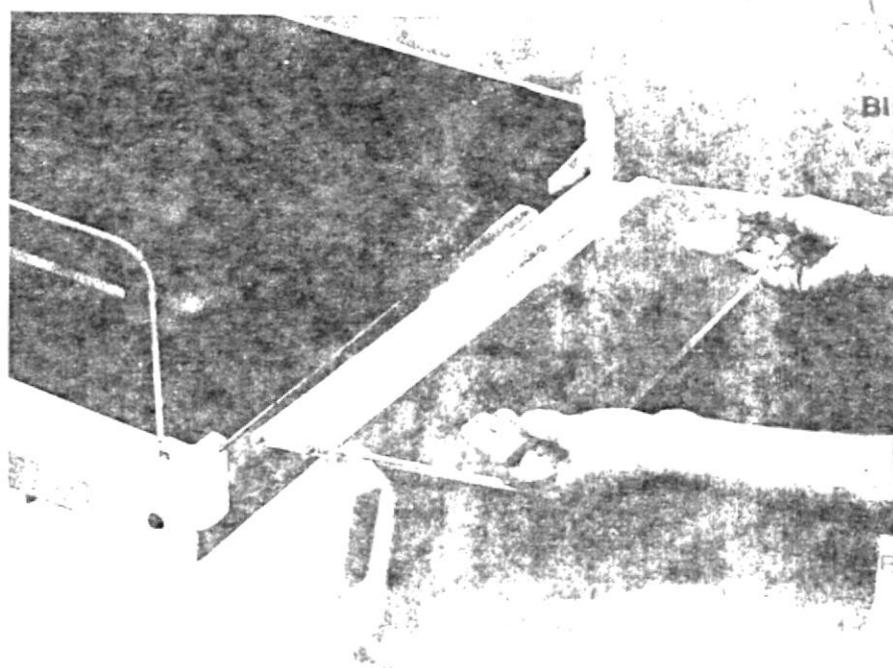


Fig. 1.2B OPERACION DEL PANEL FRONTAL DE LA CUNA

Si nosotros tenemos una vista frontal del equipo, observaremos en su parte superior derecha un tubo que sirve de soporte para colgar las fundas de suero y/o medicina; éste tubo puede rotar  $180^\circ$  de tal forma que no interrumpe la manipulación o atención del infante. Adicionalmente, se observan ciertas bandejas ubicadas a los extremos del poste vertical (Mounting Post) que se utilizan para poner equipos tales como bombas de infusión, máquinas para tomar electrocardiogramas, máquinas para medir la presión, etc.

Este equipo también consta de un sistema de suministro de oxígeno, el cual puede estar conectado directamente a una salida de oxígeno en la padre de la unidad de NICU o a un tanque provisional.

## 2. MODULO DE CALENTAMIENTO (WARMER MODULE):

En este módulo encontramos la fuente de voltaje que nos suministra  $\pm 20(V)$ ,  $\pm 12(V)$ ,  $\pm 5(V)$ , para la polarización de los circuitos, así como también 120 VAC para el elemento de radiación de

calor y la luz de examinación, la cual es de luz blanca de tal forma que su color no interfiera - con el color natural de la piel del infante y es generalmente usada como luz adicional en el cuidado y tratamiento del niño.

El elemento de radiación de calor se encuentra - ubicado directamente encima de la cuna donde reposará el infante y las ondas de calor son irradiadas hacia dos láminas metálicas cóncavas que se encuentran ubicadas una a cada lado del elemento de radiación de calor de forma que las ondas de calor son refractadas uniformemente sobre toda la superficie de la cuna creando "UN PEQUEÑO HABITAT DE TEMPERATURA" altamente estable. Ver Especificaciones.

A este módulo, en cada una de sus partes laterales se le ha incorporado una unidad de fototerapia que trabaja con luz azul para el tratamiento de infantes que presentan problemas de insuficiencia hepática. Esta unidad es completamente independiente del controlador de la máquina y puede ser prendida o apagada mediante un interruptor ubicado en la parte frontal del módulo.

Además de esto, el módulo de calentamiento está montado en uno de sus extremos al POSTE VERTICAL por medio de un mecanismo que le permite girar  $\pm 45^\circ$  a partir de su posición original, con el propósito de permitir el uso de otros tipos de equipos tales como máquinas para tomar rayos X, máquinas de fototerapia, etc., que necesitan de bastante espacio entre la cuna y el módulo de calentamiento.

### 3. EL CONTROLADOR:

El controlador de temperatura es el módulo por medio del cual nosotros fijamos y controlamos - el valor deseado de temperatura al cual vamos a mantener al infante. Consta de 4 tarjetas y nos permite un control tanto manual como automático de la temperatura, además de una pantalla indicadora donde aparecerá la temperatura a la cual se encuentra el infante, señal que es recogida a través de un sensor de temperatura sujeto directamente a la piel del recién nacido . Este controlador consta de tres alarmas que son por:

- a. Pérdida de alimentación
- b. Falla del sensor de temperatura
- c. Desviación mayor a  $0.5^{\circ}\text{C}$  del valor deseado de temperatura.

Todas estas alarmas funcionan en el modo automático por tal razón para modo de operación manual se ha instalado un indicador visual de 4 segmentos para indicar en términos de porcentaje 25%, 50 %, 75%, 100 %, la cantidad de calor que la máquina está entregando.

Este controlador está instalado en el poste vertical, es de fácil remoción y está conectado a la tarjeta de alimentación por medio de un ribbon cable.

Todo este conjunto está montado en una base mecánica de 4 ruedas de tal forma que pueda ser movilizado dentro de la unidad hacia otras unidades, o ser retirada temporalmente de servicio para recibir mantenimiento preventivo y/o correctivo.

#### 1.1.1. Usos y aplicaciones de los calentadores por principio de radiación

Este tipo de equipo se lo utiliza para elevar y/o mantener la temperatura del cuerpo de los infantes a un valor constante. Se lo encuentra en uso en las siguientes unidades:

1. EL QUIRÓFANO DE LA SALA DE PARTO:

Donde el recién nacido recibirá las primeras atenciones médicas como son: la verificación de los signos vitales, la asepsia, el corte del cordón umbilical, etc., a una temperatura constante; y previamente fijada que varía entre 36°C y 37°C.

Luego de esto, el infante será puesto en un incubador para transportación y será enviado a la unidad que corresponda, dependiendo de si es o no un bebé prematuro y de las condiciones de salud en que se encuentre.

2. LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PARA RECIÉN NACIDOS:

El infante es mantenido en este equipo hasta que alcance condiciones de salud más "estables"

y no necesite de una manipulación constante. Una vez superada esta etapa, el bebé será - puesto en una incubadora donde terminará su período de recuperación antes de ser dado de alta o trasladado a la Unidad de Recuperación, de NICU.

### 3. LA UNIDAD DE CUIDADOS REGULARES:

El infante es trasladado desde el quirófano de la Sala de Partos, hacía esta unidad. En esta unidad permanecen los niños que están en condiciones estables de salud y se los mantiene a temperaturas que varían entre  $34^{\circ}\text{C}$  y  $36^{\circ}\text{C}$  en intervalos regulares determinados por los profesionales del área.

### 4. LA UNIDAD DE RECUPERACION DE NICU:

Donde el infante es mantenido a temperaturas entre  $36^{\circ}\text{C}$  y  $37^{\circ}\text{C}$ , hasta que alcance condiciones más estables y sea puesto en una incubadora, para luego de su recuperación total ser dado de alta.

Cabe anotar que en las unidades mencionadas

anteriormente se utiliza este equipo por la facilidad que presta la cuna a la MANIPULACION del infante como se aprecia en ña figura N° 1.1.; y además que en cada una de estas unidades existe un equipo en espera listo para ser usado en caso de una emergencia.

### 1.1.2. Especificaciones

#### CALENTADORES POR RADIACION

ALIMENTACION EXTERNA	
MODELO 110V/120V	110/120VAC, 50/60HZ, 68(W)
PROTECCION DE SOBRECARGA	BREAKER 13(A) DE UN POLO
CORRIENTE DE FUGA A TRAVES DE LA CARCAZA	Menor a 100 uA.
LUZ DE EXAMINACION	100 Foot-Candles en el centro de la cuna.

#### ALARMAS

Sensor de Temperatura	Actúa si el sensor - está abierto, en cor_ tocircuito, desconec- tado o si la tempera- tura es igual o ma_ yor que 39°C.
-----------------------	---

Temperatura deseada	Actúa si por un período mayor de 15 seg. existe una desviación de $\pm 0.5^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ del valor de temperatura fijado.
Falla de alimentación	Si ocurre una pérdida de alimentación.
Mal funcionamiento del interruptor de Reset	Actúa si existe mal funcionamiento del interruptor o si este es presionado un período mayor a 15 seg.
RANGO DE TEMPERATURA	34.0°C a 37.9°C
PANTALLA (DISPLAY)	
Exactitud	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$
Tipo	Digital. Con leds de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ de exactitud
Desviación entre la temperatura de la piel y de la pantalla .	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$

Máxima variación de la temperatura  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ .  
 de equilibrio (es la temperatura -  
 que se alcanza cuando el equipo ha  
 estado prendido por más de una ho  
 ra).

#### CONTROL MANUAL

CALENTADOR (HEATER)

Ajustable desde 0(W)  
 hasta 560(W) nominal.

#### MECANICAS

Altura máxima	195.6 cms.
Altura mínima	189.9 cms.
Ancho	71.0 cms.
Ancho de la cuna	53.34 cms.
Largo de la cuna	66.04 cms.
Peso	185.0 lbs.

#### AMBIENTALES

Temperatura ambiental de operación	20°C a 30°C
Humedad	0 a 95 %

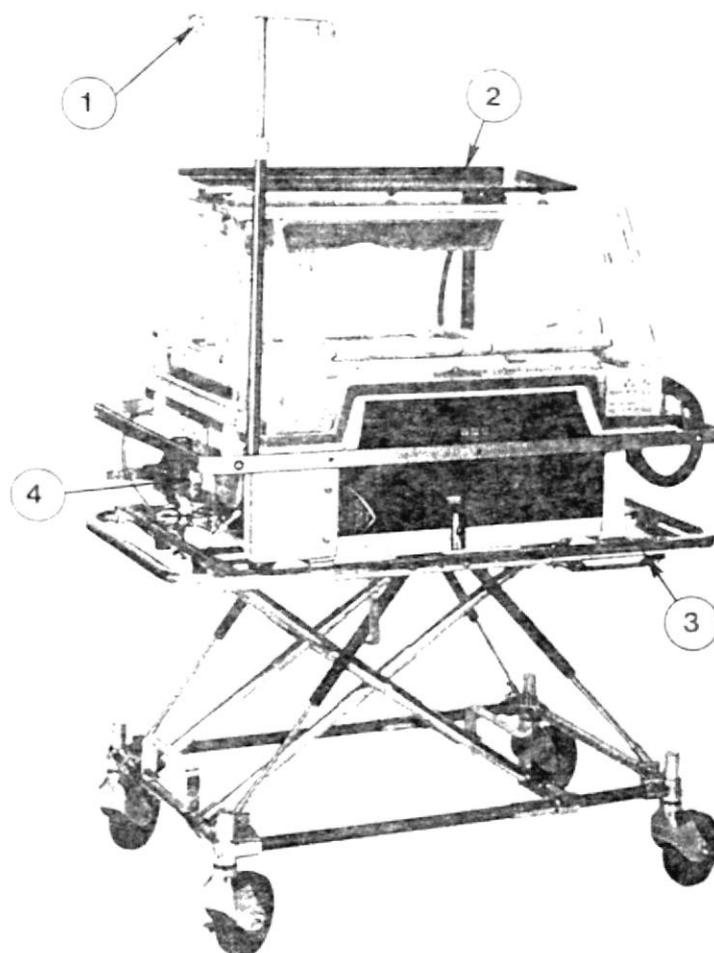
Vibración y trato	Resistente al trato normal de operación.
Altitud	Desde el nivel del mar hasta 3.0 Km.

## 1.2. GENERALIDADES DE LOS INCUBADORES PARA TRANSPORTACION

Los incubadores para transportación son máquinas que utilizan el principio de transmisión de calor por convección para elevar y mantener la temperatura de los infantes a un nivel estable.

El equipo tiene una altura aproximada de 60 cms., y está montado en una base de barras metálicas, dispuestas de tal manera que forman una figura rectangular. El conjunto, equipo y base, alcanza una altura máxima de 1,50 mts. Ver figura N° 1.3. y reposa sobre cuatro - ruedas que permiten su facil movilización entre las diferentes unidades del hospital.

La altura de la base es variable y puede ser facilmente ajustada para que alcance una altura máxima de 90 cms., tomando como referencia el nivel del piso. Ver figura N° 1.4. El objetivo de esto responde a la ne



ACCESORIOS:

- 1) EMSAMBLE DE TUBOS METALICOS
- 2) BANDEJA METALICA
- 3) BASE DE BARRAS METALICAS
- 4) REGULADOR DE PRESION/MEDIDOR DE FLUJO

Fig. 1.3 INCUBADOR PARA TRANSPORTACION

cesidad de que cuando se requiere transportar al infante hacia afuera del Hospital o viceversa, la altura de la base pueda ser cambiada de tal manera que el conjunto, equipo y base, entren en una ambulancia.

El equipo consta basicamente de dos partes mecánicas que son:

1. La cuna o bassinet, construída de material plástico que se encuentra ubicada sobre el disipador de calor, sin que exista contacto entre los mismos - para, entre otros propósitos, evitar el riesgo de que circulen corrientes parásitas que pongan en peligro la vida del infante.

Entre ambas superficies, la parte inferior de la cuna y la parte superior del disipador, existen - "guias" o "caminos" por los cuales circulan corrientes de aire que absorben el calor emanado por el disipador y lo reparten uniformemente a través de toda la superficie inferior de la cuna.

2. La cubierta, la cual tiene la forma de una concha y es de material plástico transparente, cuyo borde inferior tiene la misma forma geométrica del borde superior de la cuna, de manera que ambas su

perficies encajan perfectamente creando un aislamiento térmico entre la parte interior de la cubierta y el mundo externo.

Además, tiene dos accesos frontales y un acceso lateral como se aprecia en la figura N° 1.5., que hacen posible la manipulación del infante y el suministro de medicina y/o alimentación. Esta máquina está equipada con dos tanques de oxígeno , uno ubicado en su parte anterior y el otro en su parte posterior; ambos están conectados a una válvula reguladora, en cuya salida encontramos un medidor de flujo y un manómetro para controlar la cantidad y la presión del oxígeno. Con esto se logra que en el interior de máquina exista un cierto nivel de concentración de oxígeno que ayuda tanto a la respiración como a mantener estable la temperatura del infante.

Como accesorios encontramos:

- Un ensamble de dos tubos cuya altitud es variable y sirve para colgar las fundas de suero y/o medicina.
- Una lámpara de examinación de luz blanca monta-

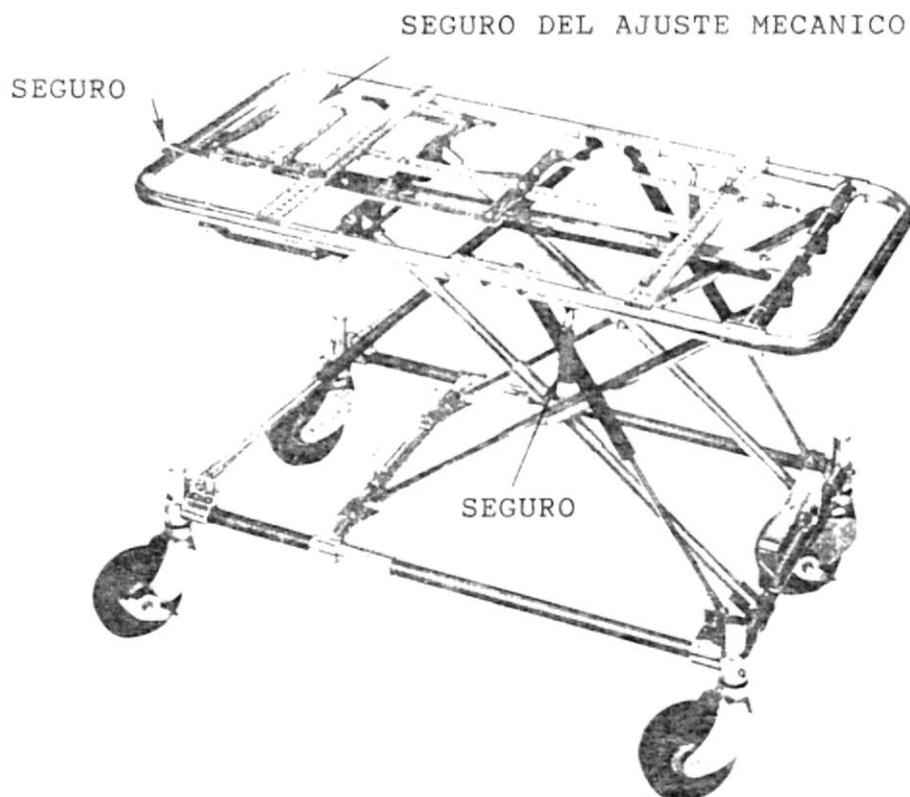


Fig. 1.4 BASE METALICA DE ALTURA VARIABLE

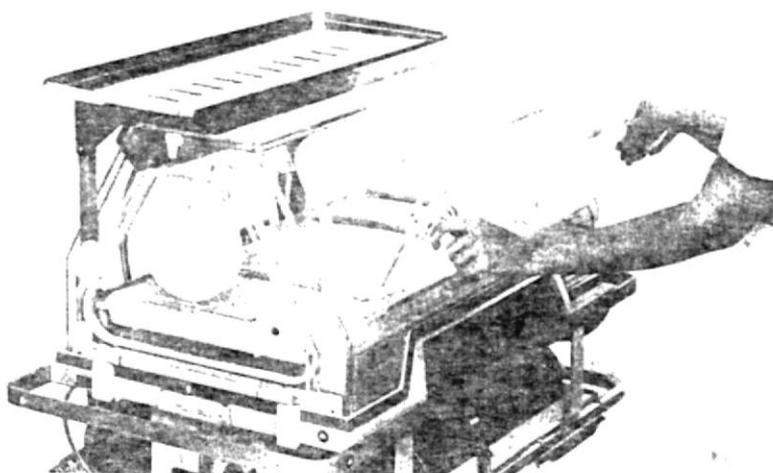


Fig. 1.5 CUBIERTA DEL INCUBADOR

da en su parte posterior sobre dos tubos metálicos - flexibles que permiten acercarla o alejarla del equipo de acuerdo con las necesidades que existan.

- Una bandeja metálica ubicada en la parte superior que es utilizada para poner equipos médicos, medicinas y demás accesorios.

Este tipo de máquina está diseñada para trabajar con alimentación externa cuya forma de onda puede ser sinusoidal o cuadrada de 120 VAC, una fuente externa de 12 VDC o con un arreglo de dos baterías internas de 12 VDC cada una conectadas en paralelo. Cualquiera de las fuentes mencionadas anteriormente permite alcanzar temperaturas que van desde los 21.5°C hasta 38.0°C máximo.

En el caso de las baterías, el tiempo que ellas puedan mantener la temperatura interna, dependerá no sólo de su capacidad, sino también de la temperatura ambiental y de la temperatura que se desee alcanzar en el incubador, tal como se muestra en la tabla de especificaciones.



TEMPERATURA AMBIENTAL °C

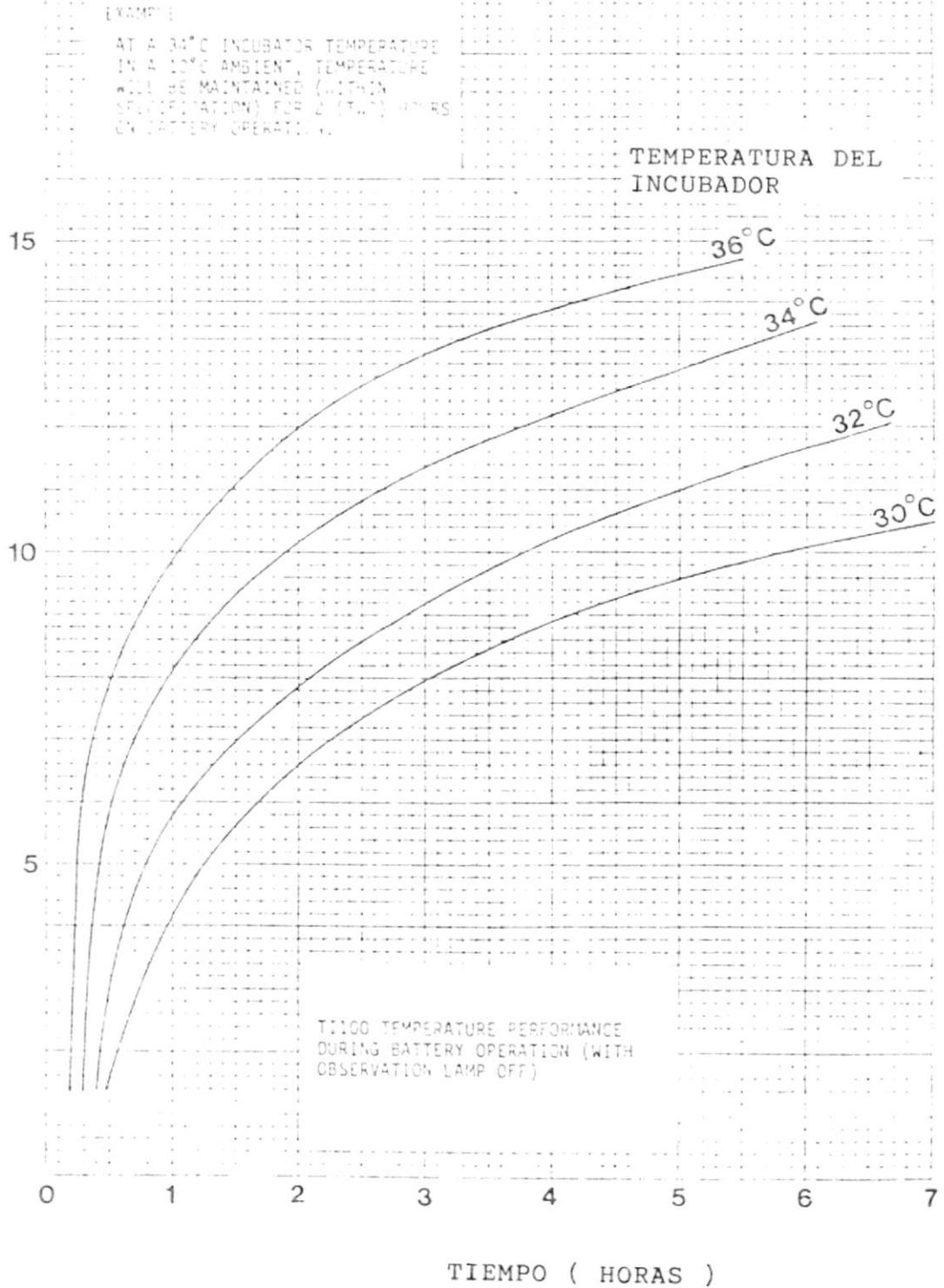


TABLA 1 DE ESPECIFICACIONES

En la parte frontal se encuentra el panel de control que consta de lo siguiente:

- Cuatro indicadores de alarma debido a:
  - . Falla de alimentación AC
  - . Bajo nivel de voltaje de la batería o de la fuente externa DC.
  - . Alto nivel de temperatura
  - . Falla del sensor de temperatura

Todos estos estados de alarma se manifiestan por medio de interruptores intermitentes de luz roja, acompañados de una alarma audible y pueden ser silenciados momentáneamente con el interruptor de Reset.

- Dos interruptores digitales, uno para elevar la temperatura y otro para disminuirla en incrementos o decrementos de  $0.1^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, valores que son mostrados en una pantalla digital de tres dígitos, dos enteros y un decimal, compuestos cada uno por tres diodos emisores de luz de 7 segmentos cada uno que representan la temperatura interna del equipo.

También tenemos un interruptor para prender y otro para apagar la máquina.

- Un indicador formado de cuatro segmentos, dispuestos uno sobre otro en donde cada uno de ellos representa la cuarta parte que se está generando. Esto indica en términos de porcentaje 25 %, 50 %, 75 %, 100 %, la capacidad a la cual la máquina está trabajando.

#### 1.2.1. Usos y aplicaciones de los incubadores para transportación

Este tipo de equipo ha sido diseñado para movilizar a los niños recién nacidos en condiciones críticas de salud.

Dentro de los problemas que ponen en peligro la vida de los infantes tenemos la siguiente clasificación:

- Enfermedades de alto riesgo
- Bajo peso al nacer
- Enfermedades críticas; y,
- Nacimientos prematuros.

Dependiendo de si el parto es prematuro o por período de gestación normal y de las condiciones de salud al momento del alumbramiento, el infante será trasladado desde el quirófano de la sala de parto hacia las diferentes unidades donde recibirá atención médica apropiada. Estas unidades se las conoce con el nombre de:

1. Unidad de Cuidados Intensivos
2. Unidad "Step-Down" de Cuidados Intensivos
3. Unidad de Cuidados Regulares; y,
4. Unidad de Pediatría.

Este tipo de incubador es utilizado para movilizaciones tanto internas como externas. Las movilizaciones internas se realizan entre las diferentes unidades del hospital y no demoran más allá de 15 o 20 minutos. Las movilizaciones externas son aquellas transportaciones que se realizan hacia afuera del hospital o viceversa y el tiempo que tardan las mismas puede durar algunas horas.

Cabe mencionar que una vez que el infante es retirado del equipo, el interior del mismo es esterilizado antes de ser trasladado a un cuarto donde se encuentran las unidades en espera;

Aquí es donde es conectado a una fuente de alimentación externa de 120 VAC y fijado a una temperatura de 35°C, a la cual permanecerá encendido. Esto tiene el propósito de recargar las baterías - constantemente y tener el equipo listo para cuando se presente una próxima emergencia.

Este equipo se lo encuentra en espera tanto en el quirófano de la Sala de Parto, como en la Unidad de Cuidados Intensivos.

#### 1.2.2. Especificaciones

##### INCUBADORES PARA TRANSPORTACION

##### ALIMENTACION EXTERNA

AC110/120 VAC	50/60Hz, 170/200(W) 225/270(W) con las baterías en estado de carga.
DC	12 VDC, 115 (W)

##### ALIMENTACION INTERNA(BATERIAS)

Tipo	Lead-Acid, selladas, y recargables.
------	--

Voltaje	12 VDC Nominales
Cantidad	2
Tiempo de carga (totalmente descargadas)	2 baterías: 20 horas.
Tiempo de vida	mínimo 200 ciclos completos de carga y descarga.
Comportamiento de la batería corriente de fuga a través de la Carcasa.	(Tabla I) menor a 100 $\mu$ A

#### ALARMAS

Alta temperatura	Actúa a una temperatura de $39 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$
Sensor	Actúa si el sensor para alta temperatura está en corto circuito o en circuito abierto.
Falla de alimentación	Actúa si falla la alimentación externa y no funciona la alimentación DC.
Temperatura del Disipador	Actúa si la temperatura del disipador es mayor a $77^{\circ}\text{C}$ .

Bajo voltaje de la batería	Actúa si el nivel DC es menor de 10.5 VDC.
Rango de temperatura	21.5±1.0°C a 38°C.
Temperatura Rise time: con el control fijado para que alcance una temperatura de 35°C es el tiempo - que se tarda en alcanzar - una temperatura de 34°C <u>es</u> tando a una temperatura <u>am</u> biente de 23°C.	30 minutos
Temperatura Variable La variación de temperatura una hora después que se ha alcanzado la temperatura de equilibrio.	0.2°C.
AMBIENTALES	
Humedad relativa(típica)	50% - 70% con un flujo de 6LPM.
Rango de concentración de Oxígeno	21% a 58%
Nivel de ruido en el <u>inte</u> rior del equipo.	menor a 65 dBA.

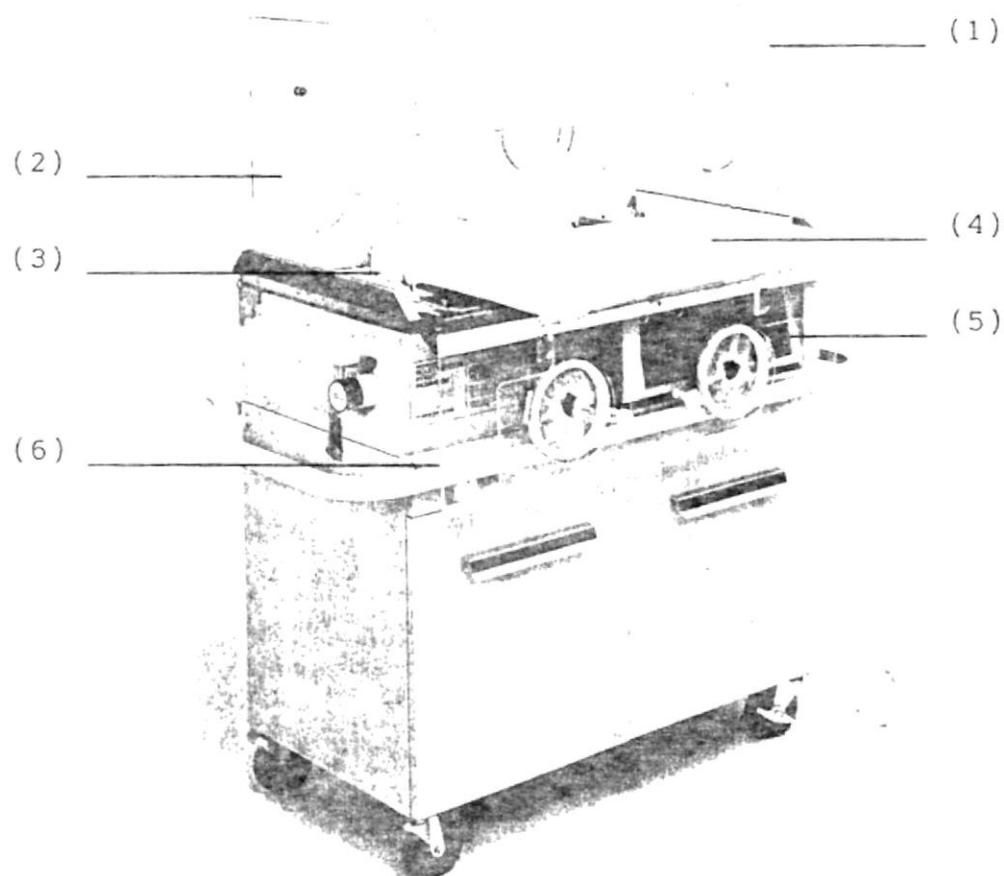
### 1.3. GENERALIDADES DE LOS INCUBADORES

Los incubadores se utilizan para mantener la temperatura de los infantes a un valor estable previamente determinado y se lo usa en los niños cuyo tratamiento médico no demanda una manipulación constante. Una vista general de los mismos nos dá la figura N° 1.6.

Basicamente está compuesto de dos partes que son:

1. La Cuna, la cual consta de la cuna propiamente dicha y de la cubierta que están construídas de material plástico resistente a las "Altas temperaturas". Este conjunto está montado sobre el disipador de calor sin que exista contacto físico entre ambas superficies.

La cubierta es transparente y permite la absoluta visibilidad del infante; además, lo aísla físicamente del mundo exterior. Así mismo, brinda acceso al interior del equipo a través de orificios localizados en sus paredes anterior, posterior y laterales. La pared anterior puede ser abierta completamente hacia el frente y hacia abajo, de tal forma que en el caso de ser necesario la cuna pueda ser retirada hacia el exterior del equipo, tal como se aprecia en la figura N° 1.6.



- 1) CUBIERTA
- 2) ACCESO LATERAL
- 3) ACCESO LATERAL PARA EL TUBO DE INFUSION
- 4) CUNA
- 5) CONTROLADOR
- 6) PUERTA FRONTAL

Fig. 1.6 VISTA FRONTAL DEL INCUBADOR

Cuando la pared frontal está cerrada, el sentido de circulación del flujo de aire es paralelo al eje longitudinal de la cuna y empieza en la cabecera de la misma para terminar en su extremo inferior, en donde el aire es absorbido por un motor (Impeller), que lo pondrá nuevamente en circulación. Ver figura N° 1.7.

Cuando la pared frontal se abre, una porción del flujo de aire cambia de dirección circulando paralelamente al eje transversal de la cuna y se levanta, desde el borde anterior de la misma hasta la parte superior de la cubierta, para luego descender por el lado posterior de la cuna antes de ser puesto en recirculación. Ver figura N° 1.8.

Este nuevo sentido de circulación del flujo de aire crea una "barrera térmica" con respecto al mundo externo, de tal forma que impide que hayan cambios bruscos de temperatura en el interior del equipo cuando se abre esta puerta.

2. El Controlador,- Este controlador es electrónico y se encuentra acoplado al resto del equipo a través de un conector especial ubicado en su parte posterior, lo cual lo hace fácil de remoción.

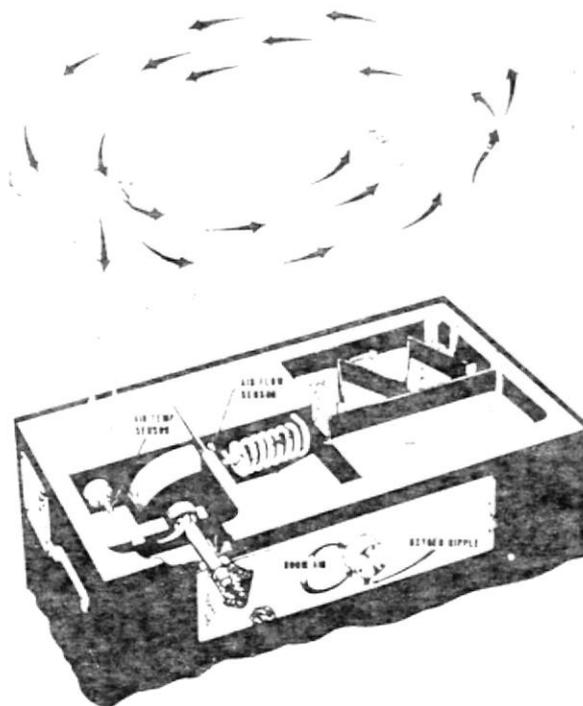


Fig. 1.7 SENTIDO DE LA CIRCULACION DEL AIRE  
CON LA PUERTA FRONTAL CERRADA

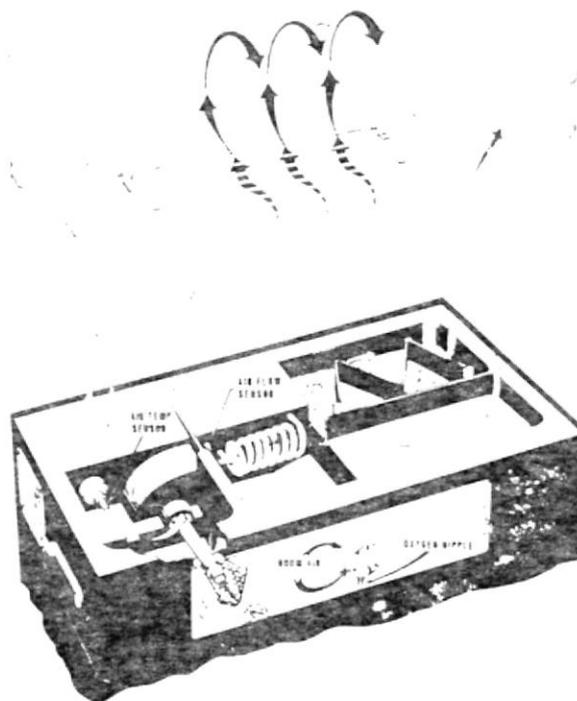


Fig. 1.8 SENTIDO DE LA CIRCULACION DEL AIRE  
CON LA PUERTA FRONTAL ABIERTA

Trabaja en dos modos de operación que son seleccionados por medio de un interruptor selector de modo. Estos son:

- a. modo manual
- b. modo automático

Para cada uno de ellos existe un indicador luminoso que muestra el modo en que se está trabajando, un interruptor selector de temperatura que sirve para seleccionar la temperatura que se desea alcanzar en incrementos de  $0.1^{\circ}\text{C}$  y una pantalla numérica de tres dígitos, dos enteros y un decimal, que muestran la temperatura interna a la que se encuentra el equipo, con lecturas de  $0.1^{\circ}\text{C}$  de aproximación.

En el modo manual, la temperatura es sensada directamente del aire que circula en el interior del incubador a través de un termistor ubicado debajo de la cuna. También existe la posibilidad de hacerlo por medio de un sensor auxiliar con uno de sus extremos conectado al controlador, mientras el otro extremo atravieza la cubierta por un pequeño orificio quedando suspendido sobre la cuna. Este sensor inhibe al termistor primario, pasando a controlar la temperatura interna del incubador. En

cambio, en el modo automático la temperatura es sensada a través de un termistor sujeto directamente a la piel del infante.

Existe un termistor de protección para altas temperaturas que actúa en el rango de 39.0°C a 40.0°C y activa una alarma audible, al mismo tiempo que desconecta el circuito generador de calor.

Los incubadores están equipados con un sistema de alarma y dispositivos de protección que son chequeados automáticamente cada vez que se prende la unidad por una subrutina de autodiagnóstico. Una vez que ésta termina, la alarma por baja temperatura es inhibida por un lapso de 60 minutos o hasta que el equipo alcance la temperatura deseada, fijada en el interruptor selector de temperatura.

Este modelo de incubador C100 consta de las siguientes alarmas:

A. POR FALTA DE CIRCULACION DE FLUJO DE AIRE: Esta alarma es controlada por un sensor localizado debajo de la cuna, en el camino normal por el cual fluye el aire, si este flujo se detiene debido a una falla del motor se registrara un aumento -

en la temperatura que provocará una alarma audible y continúa hasta que se corrija la causa que la origina.

B. POR ALTA TEMPERATURA: Esta condición es detectada por un termistor de protección para altas temperaturas y actúa cuando la temperatura del aire excede  $39.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .

C. FALLA DE AUTODIAGNOSTICO: Esta alarma indica una condición defectuosa de los sensores de:

- Temperatura de la piel
- Temperatura del aire
- Temperatura del aire, auxiliar; y,
- Flujo de aire.

También es activada, si el sensor de temperatura de la piel es desconectado mientras el equipo se encuentra operando en el modo automático.

Las alarmas mencionadas anteriormente no pueden ser anuladas por el interruptor de Silence/Reset a menos que primero se corrija la condición que provoca la alarma.

D. POR DESVIACION DE LA TEMPERATURA: Actúa si existe una desviación de la temperatura de la piel o del aire como sigue:

TEMP. DE LA PIEL:  $+1.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$

$-1.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$

TEMP. DEL AIRE:  $+1.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

$-3.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

Esta se manifiesta por una luz intermitente en el panel de control y una alarma audible intermitente o constante dependiendo de si está trabajando en el modo manual o automático, respectivamente. En ambos modos de operación, la alarma audible puede ser apagada por el interruptor Silence/Reset por un lapso de 15 minutos; si en este tiempo no se corrige la causa que la origina, ésta volverá a prenderse.

Así mismo, esta alarma tiene Auto-Reset, lo que significa que si se corrige la condición que la provoca ésta se apaga automáticamente.

E. FALLA DE ALIMENTACION: Se produce cuando el incubador está funcionando y existe una interrupción de la alimentación AC. Esta se manifiesta por una alar

ma audible constante y una luz indicadora en el panel de control, condición que puede ser corregida solamente por el restablecimiento de la alimentación AC o apagando el equipo.

### 1.3.1. Usos y Aplicaciones de los Incubadores

Este tipo de equipo es utilizado para mantener - en condiciones estables de temperatura a los infantes "prematuros", así como a los de tiempo - "completo" que nacen con deficiencias en el desarrollo de sus órganos o que presentan problemas para mantener la temperatura normal del cuerpo.

Por la forma de su construcción permite mantener al infante "físicamente aislado" del mundo externo, dándole así protección contra cualquier agente contaminante presente en el medio ambiente.

Debido a un sistema de circulación de aire forzado se alcanzan condiciones de alta estabilidad y uniformidad de la temperatura, control - del porcentaje de humedad y de la concentración de oxígeno que crean un "habitat" de condiciones similares a las que el infante tiene en el vien

tre materno permitiendo que el organismo del mismo pueda continuar con el desarrollo normal de sus órganos.

Normalmente, mientras el infante se encuentra en estado crítico, se utiliza el modo de operación automático (Skin Mode) que permite alcanzar temperaturas en el rango de 34.0°C hasta 37.9°C. Una vez que el infante se encuentra en condiciones estables de salud se lo usa en el modo de operación manual (Air Temperature Mode) con rangos de temperatura que varían entre 20°C hasta 38.4°C.



Las unidades que utilizan estos equipos son las siguientes:

1. Unidad de Cuidados Intensivos
2. Unidad de Recuperación de Cuidados Intensivos.
3. Unidad de Pediatría
4. Unidad de Emergencia.



En las unidades mencionadas anteriormente, encontramos los incubadores como unidades en es

tado permanente de operación a excepción de la unidad de emergencia en donde el incubador es utilizado como un equipo de emergencia.

Cabe anotar que cada una de las unidades mencionadas anteriormente mantiene un equipo en espera.

### 1.3.2. Especificaciones

#### INCUBADORES

##### ALIMENTACION EXTERNA

Modelo C100-2	110/120(V), 50/60HZ, 390/450W .
---------------	------------------------------------

Corriente de fuga a través de la carcasa	menor a 100 uA.
--	-----------------

##### ALARMAS

Flujo de aire	Actúa por una falla del motor (Impeller)
Sensor de temperatura	Actúa si el sensor está abierto, en cortocircuito, o desconectado.

Alta temperatura	Actúa si la temperatura debajo de la cuna está en el rango de $39.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ .
Desviación de la temperatura	Actúa si la temperatura de la piel o del aire, está en el siguiente rango: Autom. $+1.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ $-1.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ Manual $+1.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ $-3.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
Falla de alimentación	Actúa cuando existe una interrupción de la alimentación AC.
SWITCH SILENCE/RESET	
Silence Audible de 12A	Apaga la alarma en 15 minutos. Si otra alarma ocurre en este período será prendida automáticamente.
Reset	Cancela la alarma de alta temperatura, flujo de aire, sensor

CONCENTRACION DE OXIGENO	20.9%
HUMEDAD	Tipicamente entre 50 y 60 % con agua en el reservorio.
DIMENSIONES	
Alto	1,34 mts.
Largo	1.16 mts.
Ancho	0.56 mts.
NIVEL DE RUIDO EN EL INTERIOR	60 dBA máximo
VELOCIDAD DEL AIRE EN EL INTERIOR	Menor a 10 cm/seg.

#### 1.4. GENERALIDADES DE LA BOMBA DE INFUSION DE PRESION VARIABLE

MODELO 565.- Este equipo está diseñado para permitir durante el modo de operación normal la infusión de líquidos ya sean soluciones o medicaciones por medio de un flujo suave y continuo con presión variable y positiva. La figura N° 1.9., nos dá una visión general del equipo.

La infusión es posible a través de un mecanismo de bombeo peristáltico que se encuentra ubicado detrás de la

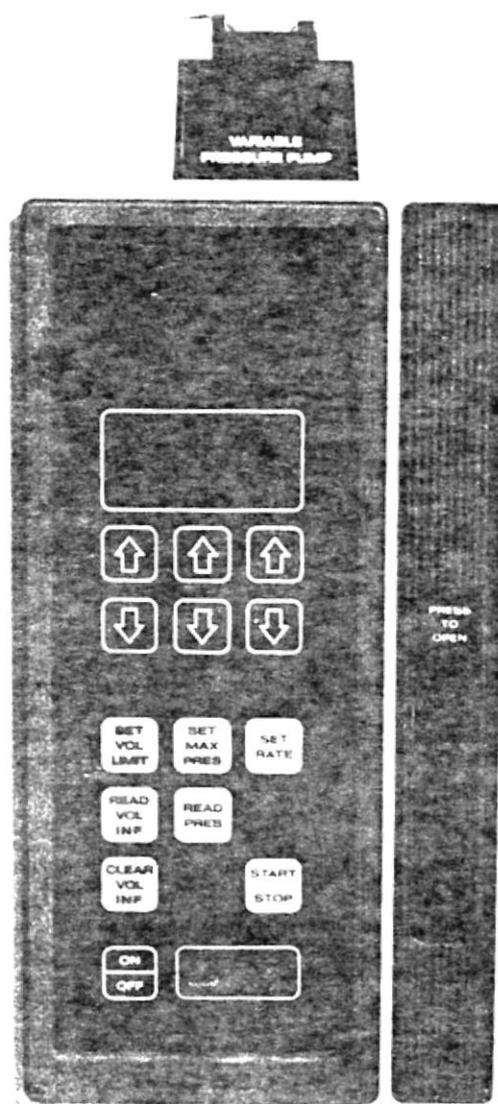


Fig. 1.9 BOMBA DE INFUSION DE PRESION VARIABLE  
MODELO 565 SERIES 560/561 565/566 560M/561M

puerta de la bomba, el cual se lo verá más adelante, y la parte interior de la puerta propiamente dicha . Entre ambas superficies se coloca el tubo del set de administración, el mismo que al cerrarse la puerta - es presionado por el mecanismo, el que con un movimiento sinusoidal aplica presión sobre una pequeña - porción del tubo empujando el líquido que éste contiene en cantidades pequeñas y bien definidas.

Inmediatamente debajo del mecanismo encontramos un dispositivo mecánico llamado "Pinch-Off", el cual consiste de dos ganchos pequeños unidos en su parte posterior por un resorte. Una vez que se cierra la puerta de la bomba, ésta presiona el tubo del set de administración contra el dispositivo el mismo que abre sus ganchos y permite el alojamiento del tubo en medio de los mismos y con ello el paso del fluido. Cuando la puerta se abre, el resorte del dispositivo recupera su posición normal, lo que hace que se cierren los ganchos los cuales estrangulan el tubo del set de administración, evitando así el paso libre del fluido y con ello lo que se conoce con el nombre de INFUSION LIBRE.

En la parte frontal, protegido por una membrana de

forma circular, se encuentra un sensor de presión ,  
construido de material piezo - resistivo, el cual  
detecta la presión del líquido a la salida de la  
bomba, presión que es transformada en una señal eléctr  
trica del orden de los milivoltios y que provee una  
respuesta lineal para presiones en el rango de 0.699  
cm/H<sub>2</sub>O ó 0-500 mm/HG.

En la parte posterior de la puerta encontramos dos  
sensores adicionales que son:

- a. El SET SENSOR que es usado para detectar la presenci  
a y la posición correcta del tubo del set de  
administración; y,
- b. El SENSOR MAGNETICO, que tiene como finalidad dete  
ctar si la puerta de la bomba está abierta o cerr  
rada.

Además, existe un sensor de FLUJO, el cual es colocad  
do alrededor del recipiente de gotas y conectado a  
la bomba por medio de un conector ubicado en la part  
e posterior de la misma. Este sensor consta de un  
circuito de acoplamiento óptico que comprende de un  
emisor y un receptor de luz en medio de los cuales

se encuentra el recipiente de gotas y genera un pulso de corriente por cada gota de solución que cae en el "Drip Chamber", señal que es amplificada y procesada, por el Programa de la máquina. Ver figura N<sup>o</sup> 1.10.-

Cabe anotar que si cualquiera de los sensores mencionados anteriormente falla en su funcionamiento o si uno de ellos detecta una condición anormal de operación, la bomba detiene la infusión y entra en condición de alarma hasta que se corrija la causa que la originó.

En la parte anterior de la bomba encontramos el panel frontal, el cual consta de una pantalla numérica de tres dígitos en las que muestran los valores correspondientes a la cantidad de flujo, máxima presión, máximo volumen de infusión, etc., valores que son fijados antes de iniciarse la infusión.

Existe una pantalla alfanumérica en la cual se muestran a manera de mensaje todas las variables que deben ser fijadas antes de iniciarse la infusión. Además, durante la infusión esta pantalla muestra el volumen de líquido que se ha infundido o la presión a la que se está realizando la infusión.

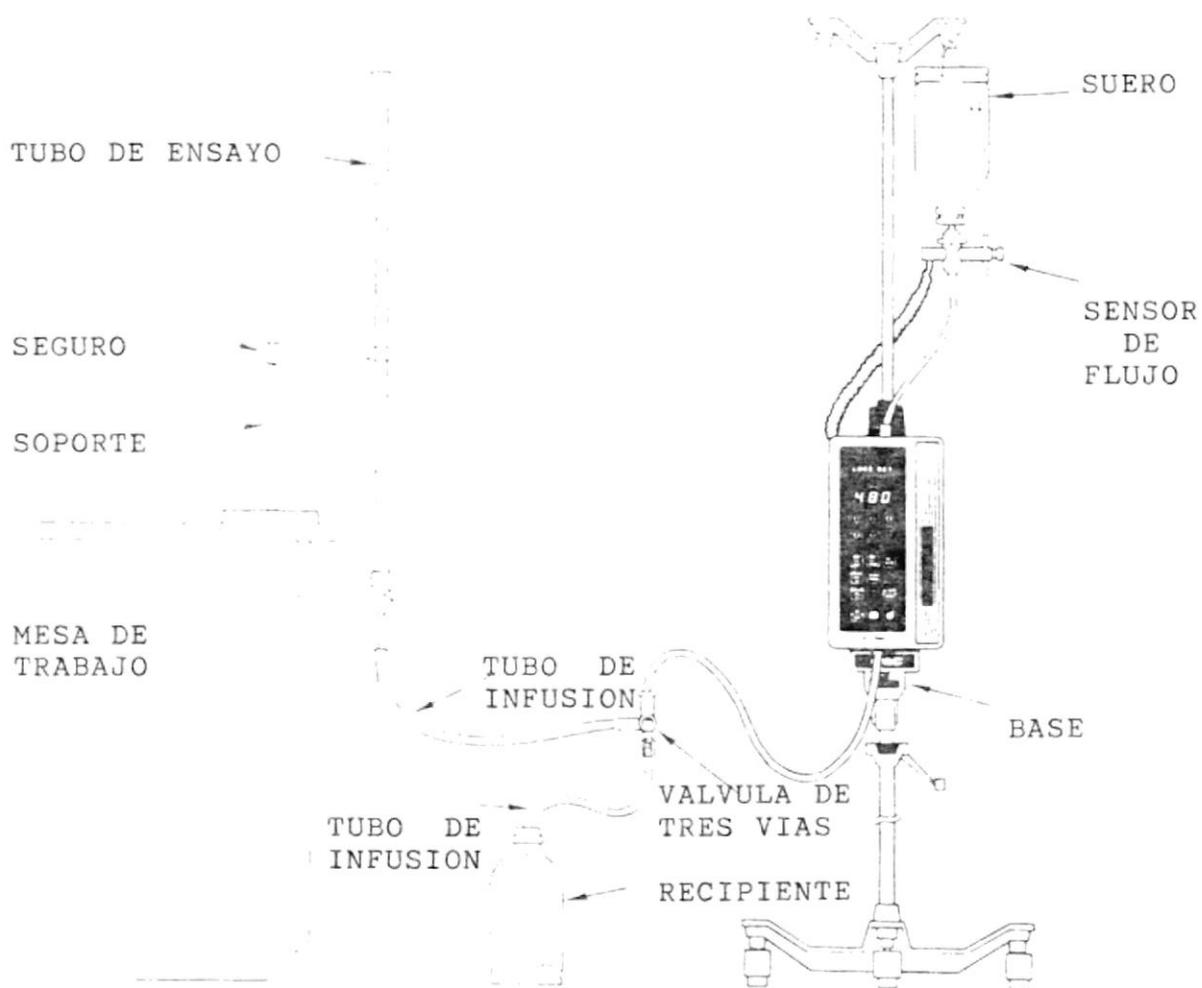


Fig. 1.10 VERIFICACION DEL VOLUMEN DE INFUSION

Cuando se está trabajando en el TEST MODE, ambas pantallas sirven para chequear en código natural y código hexadecimal, respectivamente, los valores de distintas posiciones de memoria que corresponden a la señal de salida de los circuitos en que está dividido el programa de la máquina.

Además, encontramos los siguientes interruptores:

- A. ON/OFF SWITCH.- PRENDE/ APAGA LA BOMBA
- B. START/STOP SWITCH.- INICIA O TERMINA LA INFUSION. Así como también permite junto al ON/OFF SWITCH - el acceso al "TEST MODE".
- C. SET RATE SWITCH.- Sirve para fijar el flujo al que se va a realizar la infusión en términos de ML/HR.
- D. SET VOL LIMIT SWITCH.- Se lo utiliza para fijar - el máximo volumen de líquido en ML que se va a infundir.
- E. READ VOL INF SWITCH.- Sirve para leer en la pantalla el volumen que se ha infundido.
- F. CLEAR VOL INF SWITCH.- Borra el volumen del líquido

do que se infundió.

G. SET MAX PRES SWITCH.- Se lo utiliza para fijar y mostrar en pantalla el máximo valor de la presión de salida del líquido.

H. READ PRES SWITCH.- Es usado para leer la presión vascular y la resistencia en el tubo del set de administración durante la infusión.

I. UP/DOWN SWITCHES.- Son seis interruptores en total y se los usa para cambiar los valores mostrados en la pantalla numérica.

También tenemos un BATTERY POWER INDICATOR que indica por medio de una luz intermitente que la bomba está trabajando con la batería. Durante este intervalo ambas pantallas prenden y apagan intermitentemente. El AC POWER INDICATOR muestra que la bomba está operando con alimentación externa y que la batería está siendo cargada.

#### 1.4.1. Usos y aplicaciones de la bomba de infusión de presión variable

MODELO 565

Este tipo de bomba de infusión es sólo una variación de la serie 560 y ha sido diseñada para ser usada en la infusión de líquidos en infantes.

Por tal razón, el flujo máximo que se puede suministrar es de 99.9 ML/HR a una presión máxima de 499 mm/Hg o 10.5 Lb/P1g.2. La exactitud del volumen del líquido infundido para cualquier flujo es del + 2 %.

Se la utiliza como un equipo de operación estacionario conectada a una alimentación alterna de 120 AC para realizar la infusión en infantes que se encuentran en cama .

Debido a las dimensiones y bajo peso que la hacen altamente maniobrable así como también a que puede ser operada con una batería DC del tipo LEAD-ACID que la mantiene en operación - por 8 horas a un flujo de 25 ml./hr., está puede ser usada como un equipo para transportación.

Las Unidades Médicas que las utilizan son las siguientes:

a. La UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS PARA RECIEN NACIDOS.

b. La UNIDAD DE RECUPERACION DE NICU; y,

c. La UNIDAD DE PEDIATRIA.

Todas las unidades mencionadas anteriormente - mantienen una o dos de estas unidades en espera, conectadas directamente a una fuente de alimentación AC con el objeto de recargar la batería constantemente.

#### 1.4.2. Especificaciones

BOMBA DE INFUSION

FLUJO DE INFUSION.- Desde 0.1 Ml/Hr. hasta 99.9 Ml/Hr en incrementos de 0.1 Ml/Hr.

RESPUESTA AL CAMBIO DE FLUJO.- Instantánea, tan pronto como se libere el Set Rate Switch.

BATERIA:

1. Recargable; carga automáticamente cuando la

bomba está conectada a la línea AC. Cuando la batería está totalmente descargada demora - aproximadamente 3 horas recargarla al 70 % del valor nominal.

2. Una batería nueva puede operar la bomba por un mínimo de 8 horas a un flujo de 25 ml/hr.
3. La alarma indicadora de bajo nivel de la batería suena aproximadamente 20 minutos antes de que la bomba entre en condición de alarma.

MAXIMA PRESION DE SALIDA.- Limitada a la máxima presión de salida (0-499 mmHg ó 0-699 cmH<sub>2</sub>O) en incrementos de una unidad o a el valor fijado - por el Hospital por debajo del valor máximo.

ALARMA.- Es activada por la ausencia de flujo , bajo valor del voltaje de la batería, aumento - de la presión a la salida de la bomba, puerta - abierta, errónea posición del sensor de flujo , infusión completa, mal funcionamiento interno o presencia de aire en la línea.

ALIMENTACION.- DISPONIBLE EN LOS SIGUIENTES RANGOS:

95-135 VAC, 50/60 HZ, 0.5 A, CARCAZA CONECTADA  
A TIERRA.

180-270 VAC, 50/60 HZ, 0.25 A, CARCAZA CONEC-  
TADA A TIERRA.

CORRIENTE DE FUGA A TRAVES DE LA CARCAZA

Para 110 Vrms, máximo 15 uA con tierra flotante.

Para 220 Vrms, máximo 100uA con tierra flotante.

DIMENSIONES Y PESO

Largo 12.7 cm., ancho 19.3 cm., alto 29.2 cm. ;  
14.4 Lb.

## C A P I T U L O II

### DESCRIPCION FUNCIONAL

#### 2.1. TEORIA DE OPERACION DE LOS CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION

##### 2.1.1. Fuente de Alimentación

La fuente de alimentación provee alimentación AC a el circuito generador de calor y al circuito de la luz de examinación. Tiene un breaker de protección de sobrecarga conectado en serie a la línea de alimentación AC.

También suministra los voltaje DC necesarios para la polarización y la operación de los circuitos de control:

Cuando se prende la unidad a través del interruptor ON/OFF, la alimentación AC es conectada al bobinado primario del transformador de potencia T1, el cual tiene dos bobinas secundarias, una de estas bobinas alimenta el

puente rectificador de onda completa formado por los diodos CR3, y en cuyas salidas tenemos dos voltajes no regulados de +20 VDC y -20VDC a través de los capacitores C1 y C4.

Los +20 VDC no regulados alimentan los reguladores VR1 y VR2 que a su vez producen una salida de +12 VDC y + 5 VDC regulados, respectivamente. La salida negativa de CR3 alimenta el regulador VR3 que produce una salida regulada de -12VDC.

La otra salida del secundario, alimenta el circuito rectificador de onda completa formado por los diodos CR5 y CR6, que generan +5 VDC regulados a través del capacitor C6.

Todos los voltajes regulados son utilizados para la polarización de los circuitos de control, mientras que los voltajes no regulados se los utiliza como voltajes de referencia - en los circuitos comparadores, como es el caso del circuito limitador de voltaje.

Adicionalmente, suministra alimentación a

una batería recargable de Nickel - Cadmiun de 8.4 VDC y 400 mA., la cual se carga constantemente mientras el equipo esté prendido a través de la red formada por R1 y CR2.

### 2.1.2. Circuito Generador de calor

Diagrama N° 2.- La función de éste circuito es controlar la generación de calor a un valor nominal de 560 (W) y limitarla a un valor máximo de 651(W).

Esto se consigue tomando una porción del voltaje no regulado de +20 VDC a través de la red divisora de voltaje formado por las resistencias R2 y R3. La caída de voltaje en R3 alimenta el circuito seguidor de emisor - U1, PINS 5, 6 y 7, cuya salida es U1-7.

La salida U1-7, es alimentada al circuito sumador U1, PINS 1, 2 y 3, en donde es sumada a un voltaje de precisión fijado durante la calibración por el circuito DUTY CYCLE LIMIT ADJUST. La salida de este circuito, U1-1, es alimentada al CLAMP CIRCUIT formado por

U1, PINS 8,9,10 y CR1, el cual previene que la señal CONTROL-INPUT aplicada a U1-9 sea mayor que la señal en U1-10. Mientras el voltaje en U1-9 sea menor que el voltaje en U1-10 este circuito no tiene efecto en la operación a este punto -2.7 VDC y +1.8 VDC, equivalen a 0% y 100 % del Duty Cycle, respectivamente.

Control - Input, representa la señal de error entre la temperatura deseada y la temperatura real del paciente, la misma que es alimentada a un circuito seguidor de emisor U1, PINS 12, 13 y 14, cuya salida, U1-14, está conectada a la entrada negativa de un amplificador proporcional U2-9. Este circuito interviene la señal de error y la suma con el voltaje Offset de U2-10 el mismo que es ajustado por la resistencia de control R14, la cual fija el nivel de referencia del circuito controlador del Duty Cycle.

La señal de error, también es acoplada a través de una red RC a un amplificador U2, PINS 12, 13 y 14, cuya salida, U2-14, produ

ce una señal proporcional a la razón de cambio de la señal de error.

Las salidas U2-14 y U2-8 son sumadas y amplificadas por el circuito U2, PINS 5,6 y 7. En cuya salida, U2-7, 0.2 VDC representa 0% del DUTY CYCLE y -1.6 VDC representa un 100 % del mismo.

La salida, U2-7, es aplicada a un circuito controlador del DUTY CYCLE, formado por U2, PINS 1,2,y 3 y sus componentes asociados. Cuando el voltaje en U2-7 disminuye la salida U2-1 se incrementa. Este voltaje es suministrado a la base del transistor Q1, en cuyo emisor se genera la señal SSR(HI) la misma que controla el tiempo de conducción del relay de estado sólido K2.

El transistor Q2 y el relay K1 son activados por la señal de control, relay drive, producida en el circuito lógico en caso en que se produzca una condición de alarma.

### 2.1.3. Circuito Controlador de Temperatura

Diagrama N° 3.- La temperatura del paciente es sensada a través del termistor T1 que combina la característica de temperatura Vs. resistencia con un voltaje de referencia, el cual es alimentado al circuito inversor U3, PINS 1, 2 y 3, para producir una salida perfectamente lineal de voltaje Vs. Temperatura a una razón de cambio de 200 mV/°C desde 0.0 VDC para 20°C y 4.0 VDC para una temperatura de 40°C.

La salida de este amplificador es alimentada al comparador U5, PINS 8,...,14., el cual determina el rango de operación de temperatura de la máquina. Este comparador forma una ventana de comparación cuya salida es alta siempre y cuando la salida U3-1 sea menor que 3.8 VDC y mayor que -5.0 VDC. Si cualquiera de las señales de salida U5-13 ó U5-14 es baja, debido a que el termistor está en circuito abierto, en cortocircuito, desconectado o sensa una temperatura mayor de 39°C., se producirá una señal de alarma por falla del sensor de temperatura.

El valor deseado de temperatura es fijado a través del interruptor de temperatura, el cual está compuesto por una red resistiva conectada a +5 VDC de manera que mientras más alto es el valor de temperatura que se fije menor es la resistencia de esta red. La salida de este interruptor es alimentada al convertidor A/D U3, PINS 5, 6 y 7, cuya salida es más negativa cada vez que se incrementa la temperatura de salida o SET POINT.

El SET POINT U3-7 y la temperatura del paciente U3-1 son combinadas por un amplificador de desviación U4, PINS 5,6 y 7, el cual produce una salida proporcional a la diferencia entre el SET POINT y la temperatura del paciente.

Este voltaje es alimentado a los comparadores U5, PINS 1.....7., los cuales producen una salida baja si la temperatura del paciente - está  $0.5^{\circ}\text{C}$  por encima o por debajo del valor fijado en el Thumbwheel Switch.

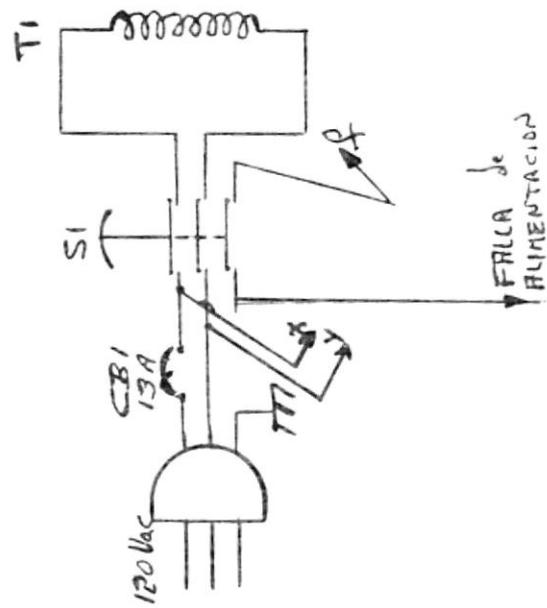
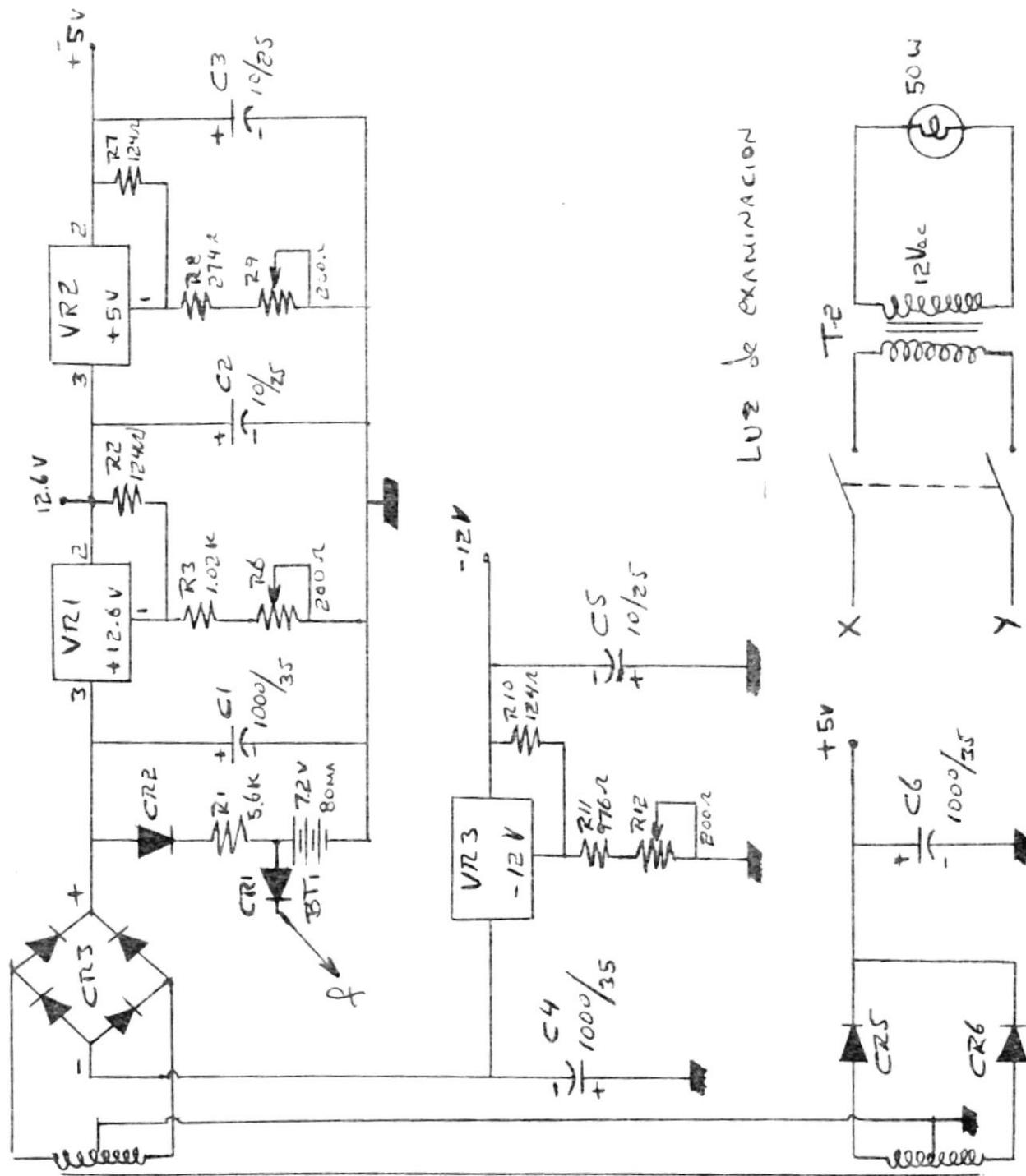


DIAGRAMA #1

CALENTADORES POR MEDICION DE RADIAACION

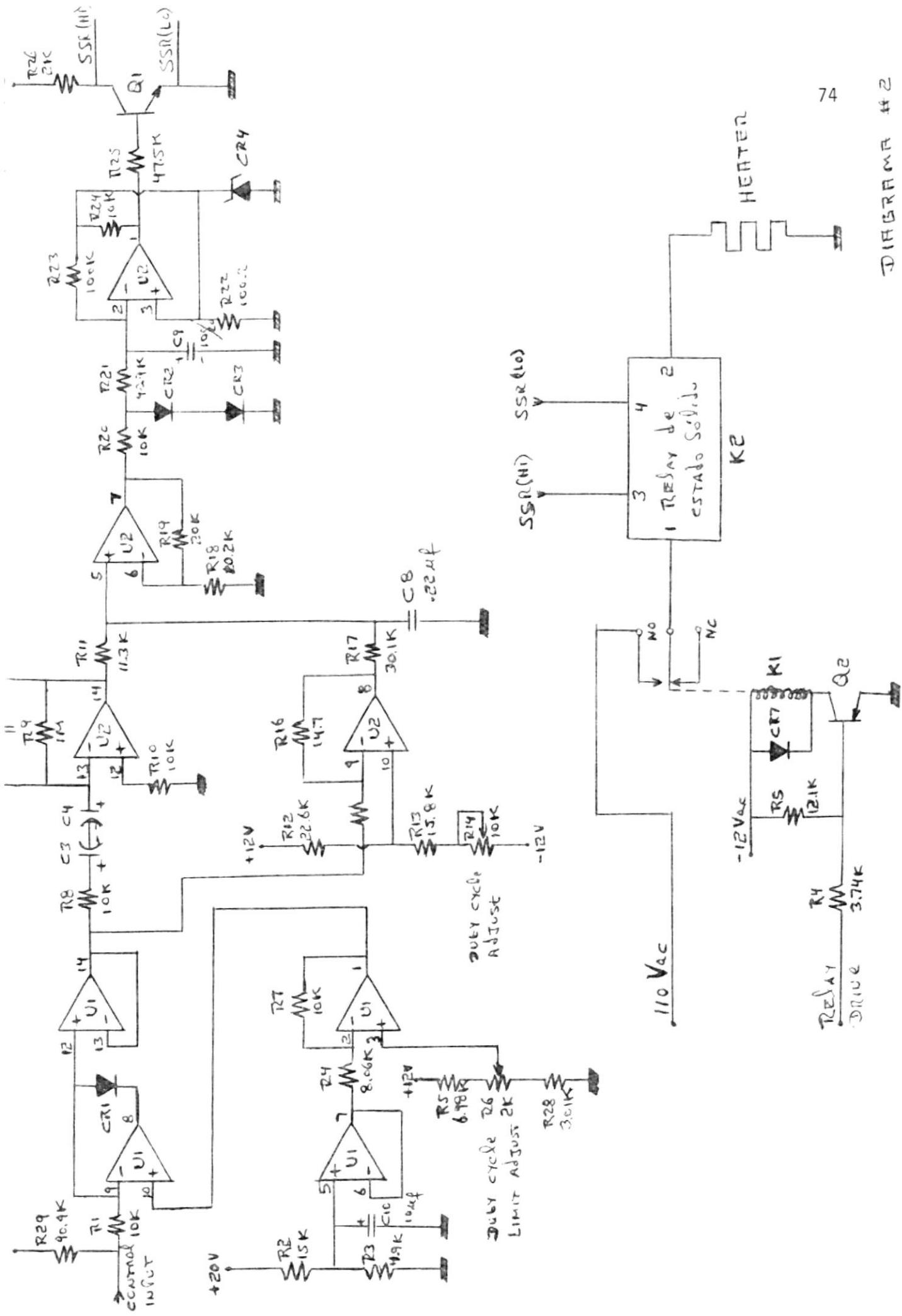


DIAGRAMA #2

CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION

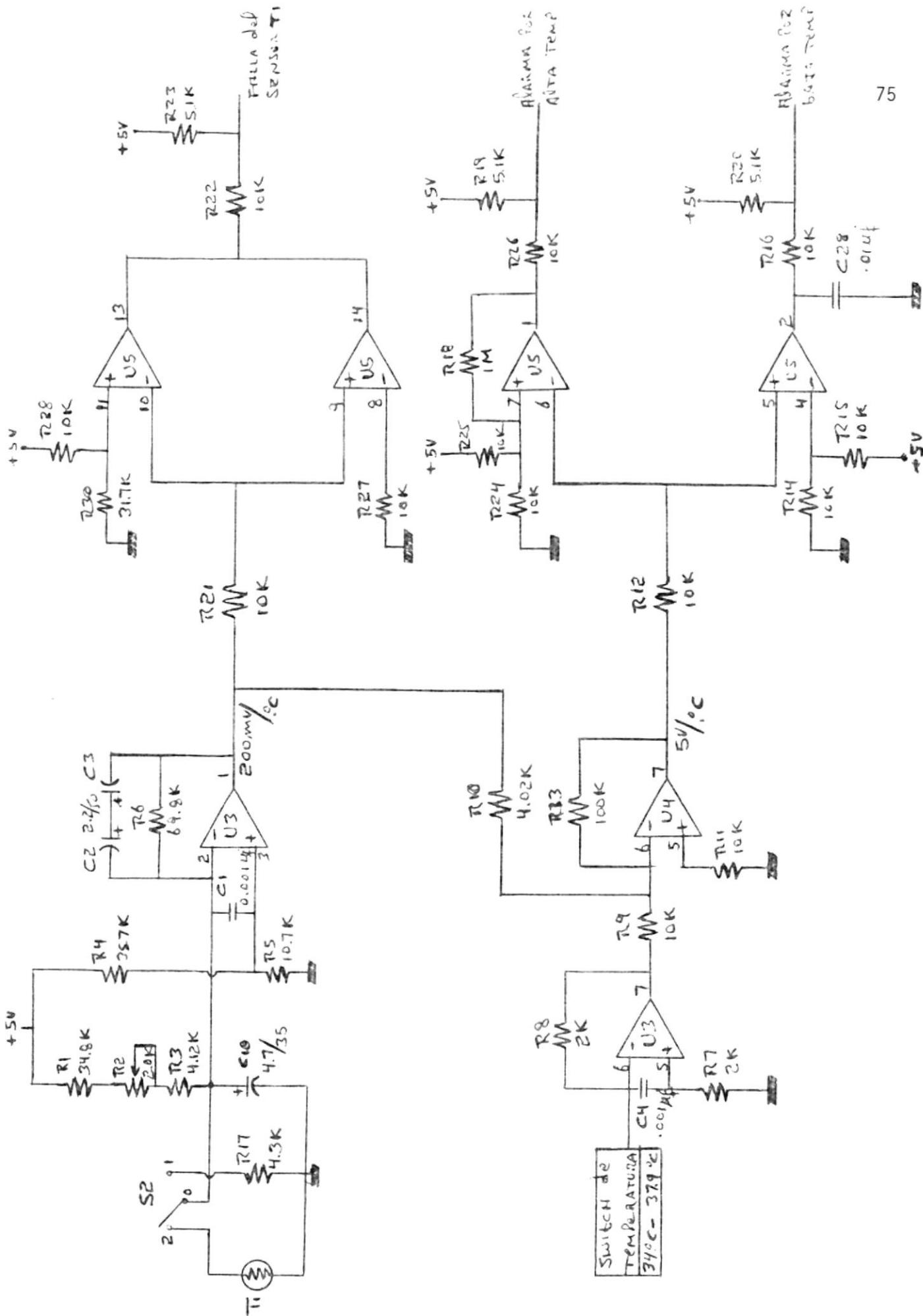


DIAGRAMA #3

CALENTADORES EN PRIMERIO DE ZABINEROS

## 2.2. TEORIA DE OPERACION DE LOS INCUBADORES PARA TRANSPORTACION.

### 2.2.1. Fuente de alimentación

(Diagrama N° 1). Este equipo está diseñado para operar de una de las tres fuentes de alimentación que pueden ser conectadas simultáneamente. La selección de una de ellas obedece a la siguiente secuencia de prioridad: alimentación externa AC, alimentación externa DC y alimentación interna DC.

Si el equipo se encuentra en operación y una fuente de mayor prioridad es conectada, la unidad automáticamente cambiará a trabajar con la fuente de más alta prioridad. Así mismo, si una fuente de mayor prioridad es desconectada la unidad automáticamente escogerá la fuente de alimentación inmediata inferior de acuerdo a la secuencia de prioridad.

ALIMENTACION AC:

110 VAC son aplicados al bobinado primario -

del transformador de potencia T1 a través de un breaker de 3(A) y del interruptor ON/OFF S1. El bobinado secundario de T1 genera un voltaje nominal de 32 VAC con una salida de TAP-CENTRAL, la cual es rectificada por los diodos CR1, CR2, CR3 y el capacitor C1. La cual provee alimentación DC para los reguladores de 12 VDC, VR2 y VR3. Los que son utilizados para dividir la potencia de disipación que es disipada a través del disipador de calor sobre el cual están montados.

Las salidas VR2 y VR3, son activadas tan pronto se enciende la unidad y son conmutadas al resto del circuito a través del relé K1, el cual es activado desde el circuito de control por la señal POWER ON. Esto es posible porque VR2 alimenta permanentemente al circuito de control.

Cuando el relé K1 es activado, éste a su vez permite la actuación del relé K2 el cual conecta la salida del rectificador CR1 y CR2 al disipador de calor a través del relé de deshabilitación K3, el cual es con

trolado por la señal HEATER DISABLE.

Adicionalmente, los relays K1 y K2, proveen voltaje al regulador VR1 a través de los diodos CR9 y CR8 , respectivamente. La salida de VR1 es aplicada a un motor DC, el cual trabaja a una velocidad de 2600 RPM.

#### ALIMENTACION DC:

Cuando 120 VAC son aplicados a la unidad y las baterías internas están presentes, el VAC es aplicado al primario del transformador 3T1, a través del interruptor de seguridad S2 (INTERLOK SWITCH). La salida del transformador 24 VAC es aplicada al rectificador de onda completa formado por los diodos 3CR1, el cual provee voltaje DC no regulado al circuito regulador de voltaje constante y corriente variable.

24 VAC del secundario del transformador son aplicados a la bobina del relay 4K3, el cual conmuta sus contactos conectando la batería interna al circuito regulador de voltaje.

La salida del rectificador 3CR1, 30 VDC, es filtrada por el capacitor 4C1 y aplicada al emisor del transistor 4Q1 llamado SWITCHING TRANSISTOR, el cual permite al circuito regulador alcanzar el voltaje de regulación - variando el DUTY CYCLE en la base del transistor 4Q1.

El regulador (Circuito integrado) 4U1 controla el tiempo de conducción del transistor 4Q1, el cual es conmutado entre los estados de saturación y corte a relativa alta frecuencia.

Al inicio del DUTY CYCLE cuando 4Q1 está en conducción una parte del voltaje DC es aplicado a un filtro LC que consiste de un inductor 4L1 y un capacitor 4C3. La corriente fluye a través del inductor 4L1 hacia la carga, en este caso la batería, y a su vez carga el capacitor 4C3.

Cuando 4Q1 está en corte el campo electromagnético creado por el inductor 4L1 empieza a disminuir manteniendo un flujo de corriente

hacia afuera de la carga y a través del diodo de conmutación 4CR7; al mismo tiempo, el voltaje de entrada a el filtro LC decrece hasta cero. El ciclo se repite una vez que el transistor 4Q1 es prendido y llevado a saturación permitiendo la aplicación de un voltaje continuo al filtro LC.

El regulador de voltaje 4U1 sensa y regula la salida de voltaje controlando el tiempo de conducción del transistor de conmutación 4Q1. Si existe un incremento en el voltaje de entrada, el circuito regulador 4U1 disminuye el tiempo de conducción de 4Q1 para mantener un voltaje de salida constante. Así mismo, si el voltaje de entrada disminuye, el circuito regulador 4U1 incrementa el tiempo de conducción 4Q1 para mantener el voltaje de salida.

Una vez que la alimentación externa AC es aplicada al equipo, la bobina del relay 4K3 es energizada, la misma que conmuta la posición de sus contactos permitiendo la conexión del circuito regulador con las baterías internas.

Un circuito de conmutación DC formado por los

relays 4K1 y 4K2, permite seleccionar el modo de operación ya sea con la fuente externa - DC o con las baterías internas. El relay 4K1 es energizado ante la presencia de una fuente externa DC, el diodo 4CR9 previene la aplicación de un voltaje negativo a 4K1 en caso de un error de polarización en la conexión de la fuente externa. Si la fuente externa no está conectada a su voltaje no es suficiente para mantener energizado el relay 4K1, las baterías internas son seleccionadas para la operación. El capacitor 4C4, reduce la posibilidad de que se introduzca ruido a través del cable externo de la fuente DC.

#### 2.2.2. Circuito generador de calor

(Diagrama N° 2). Este circuito recibe alimentación, ya sea de la fuente de alimentación AC o desde las baterías. El relay K2 es el elemento a través del cual se realiza la selección de una de las dos fuentes que alimentan el transistor de potencia 2Q1, cuyo colector está montado a un disipador a través del cual se realiza la disipación del calor.

La base del transistor recibe la señal HEATER CONTROL, que regula el tiempo de conducción. El emisor de 2Q1, está conectado a tierra por medio de un termostato de seguridad de 77°C.

La señal HEATER CONTROL es generada en el circuito POWER CONTROL, el cual utiliza un circuito integrado 555, U-2, conectado como un modulador de ancho de pulso. Su función es generar una salida, DUTY CYCLE, proporcional al voltaje de entrada. Esto se consigue con la red formada por las resistencias R9, R10, R11 y el transistor Q4 que forman una fuente de corriente constante que cargan los capacitores C12 y C13, linealmente.

La señal de disparo, tren de pulsos, llega a el PIN U2-2, aproximadamente cada 106 m seg., lo cual mantiene la señal de salida U2-3, en estado alto, esta condición permanece invariable hasta que el voltaje de Threshold, fin U2-6, iguala al voltaje del pin de control de voltaje U2-5. En este momento la señal de salida U2-3 es baja y los capacitores C12 y C13 se descargan a través del pin U2-7. La salida U2-

3, se mantiene baja hasta que un nuevo pulso en el Pin U2-2 dispare la secuencia nuevamente.

La resistencia R12 provee un voltaje Offset en el Pin U2-6 previniendo que éste sea aterrizado durante la descarga de los capacitores C12 y C13. Esta resistencia ayuda a disminuir el DUTY CYCLE, lo cual no hubiera sido posible si no se la hubiera utilizado.

### 2.2.3. Circuito Controlador de Temperatura

Diagrama N° 3.- Este circuito controla la temperatura interna del incubador por medio de la generación de una señal de error que es la diferencia entre la temperatura deseada y la temperatura del paciente.

El resultado de esta diferencia, convertida a señal de voltaje, es transformada en un tren de pulsos y enviada a la base del transistor de salida del circuito generador de calor, para controlar el tiempo de conducción y con ello la cantidad de calor que es nece

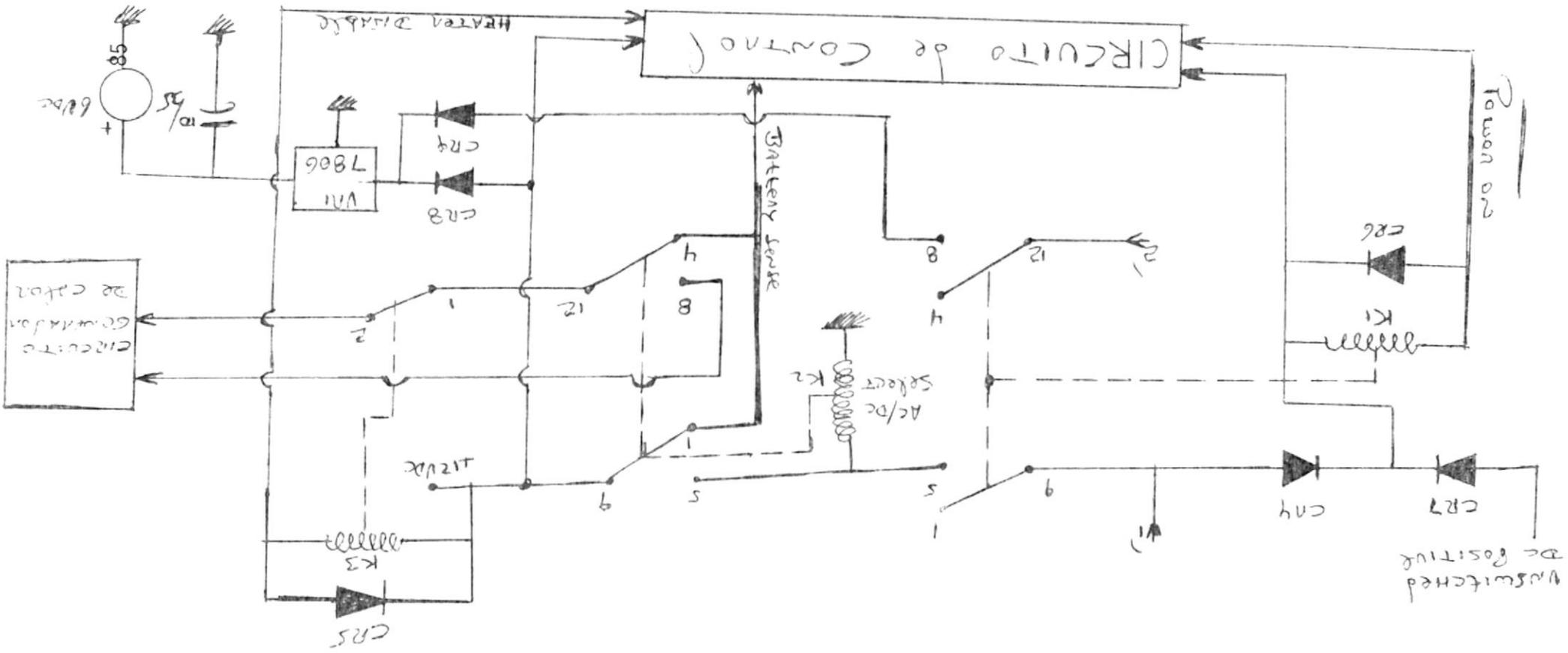
sario desarrollar para mantener el valor de la temperatura deseada.

La temperatura del paciente es sensada por medio del termistor 2TR1, el mismo que forma parte de un circuito puente (puente de Wheatstone) formado por las resistencias R54, R55, R56, R57 y la resistencia variable R58. La salida de este circuito puente es amplificada por el amplificador de temperatura U16-A, el mismo que provee ganancia y linealización con una sensibilidad de  $100 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ .

La señal de salida de este amplificador de temperatura, U16-1, es llevada hasta un circuito amplificador diferencial, U16-C, en donde es comparada con la señal del voltaje de referencia correspondiente al valor de la temperatura deseada. La salida de este amplificador diferencial, U16-8, es un voltaje proporcional a la diferencia entre la temperatura del paciente y la temperatura deseada. Una ganancia de 50 le proporciona una salida con una sensibilidad de  $5\text{V}/^\circ\text{C}$ .

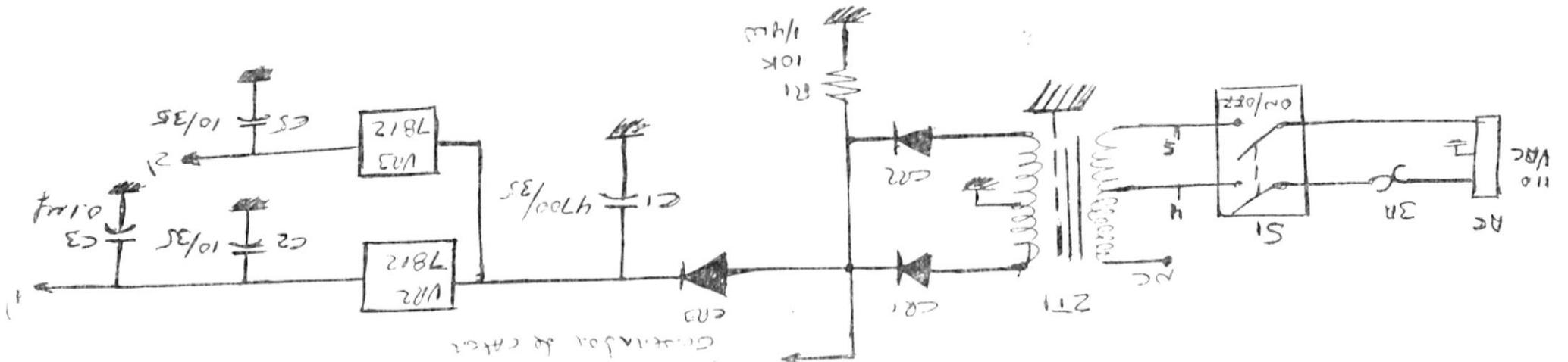
El valor de la temperatura deseada es fijada

DIR GRAMA #1



1 de 2

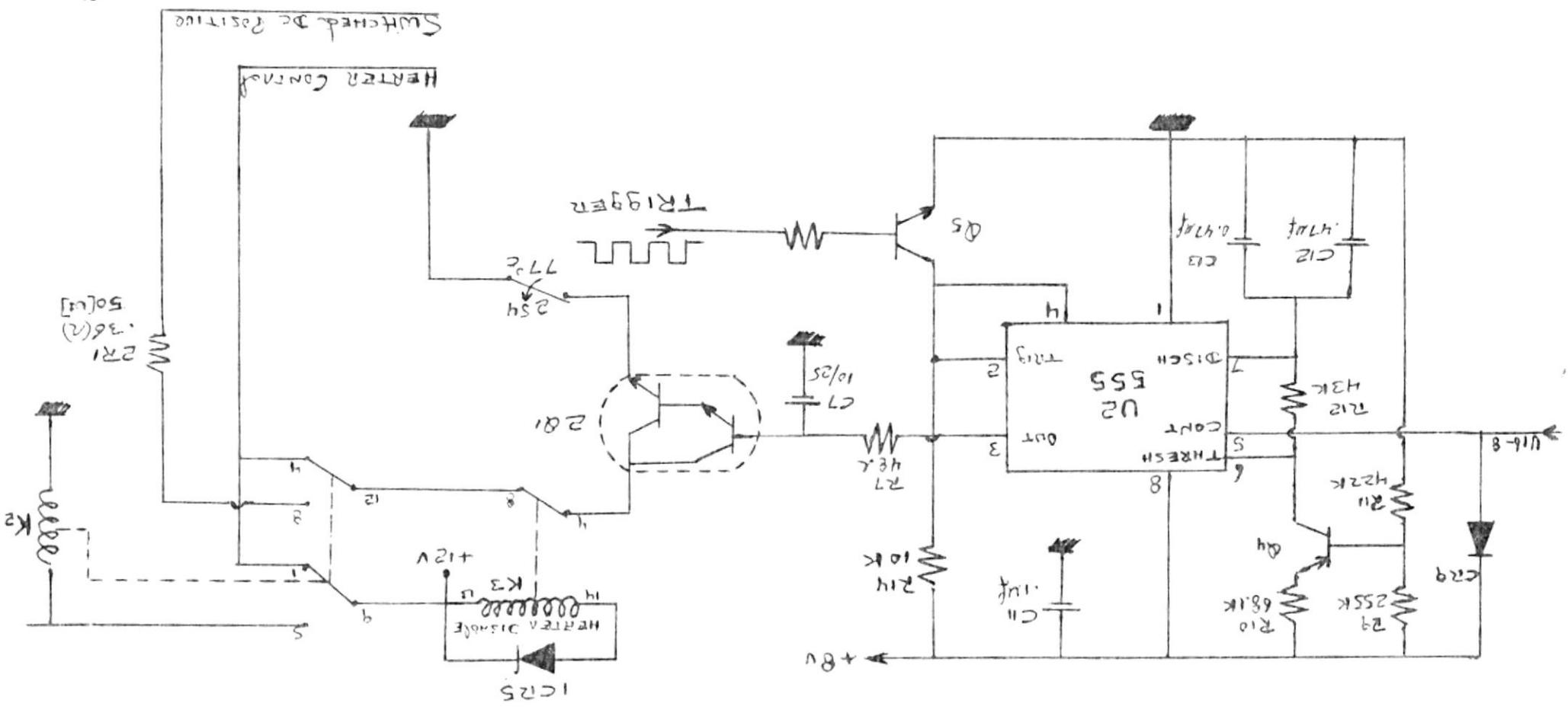
GENERADOR de CA





INCLUBADOS PARA TRANSPORTACION

DIAGRAMA #2



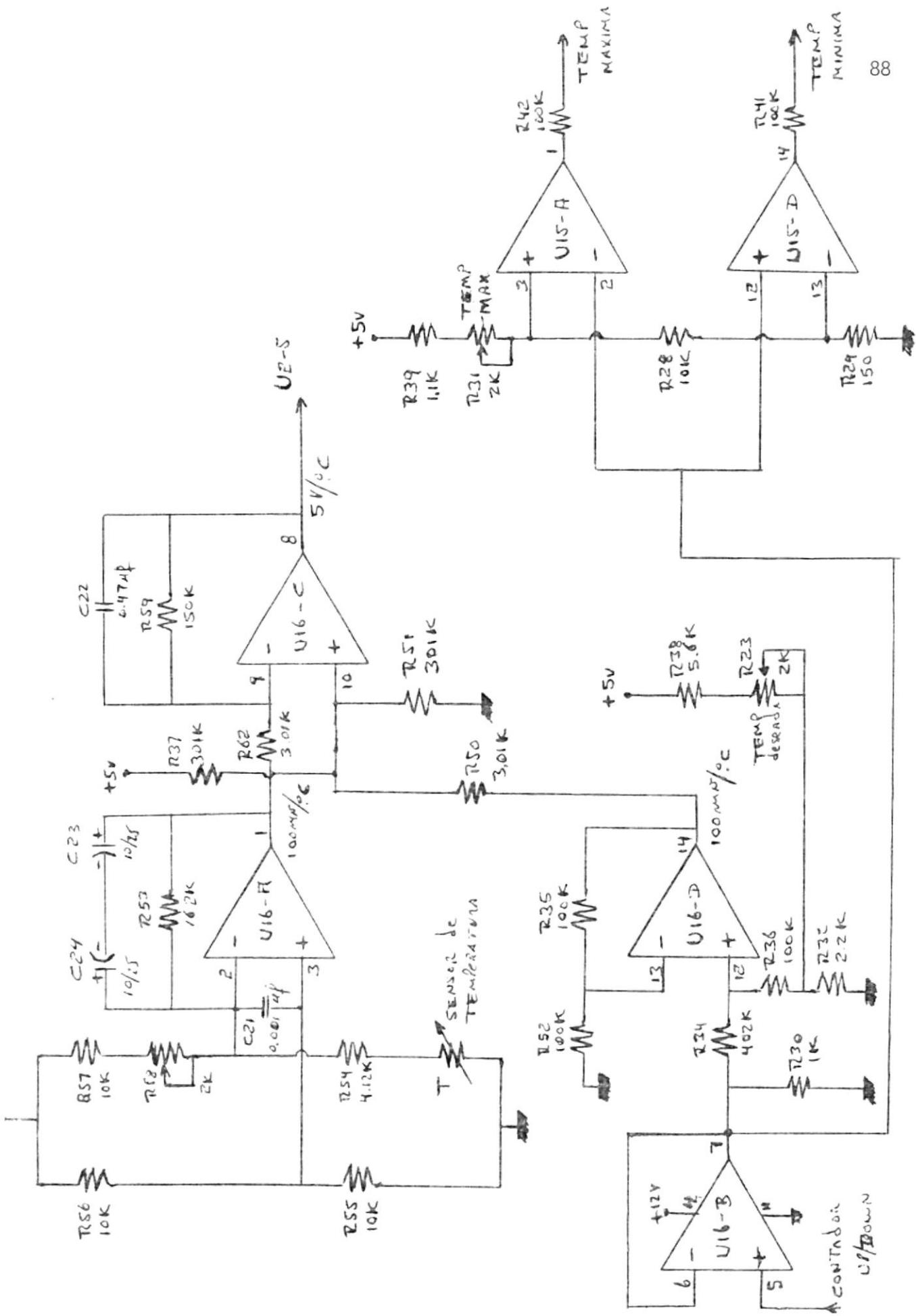


DIAGRAMA #3

INCUBADORES PARA TRANSPORTACION

a través de dos contadores binarios UP/DOWN cuya salida, U16-7, es enviada a un circuito comparador formado por U15-A, U15-D y una red de resistencias que incluye al potenciómetro R31, el cual permite ajustar el valor máximo de temperatura a un valor de 38°C. - Mientras que el valor mínimo es fijado a un valor de 22°C.

Cuando cualquiera de los dos contadores alcanza los valores límites de temperatura correspondiente a 38°C, ó 22°C, la salida de los comparadores habilitan la señal enable, la que a su vez deshabilita los contadores binarios evitando que la temperatura interna del incubador sea fijada a una temperatura mayor o menor de los valores límites anteriormente mencionados.

## 2.3. TEORIA DE OPERACION DE LOS INCUBADORES

### 2.3.1. Fuente de alimentación

(Diagrama N° 1) Este equipo opera con alimentación alterna 110/120 VAC, señal que es pa

sada por un filtro pasa bajo para evitar ruido en baja frecuencia, 60 Hz a su vez alimenta al primario del transformador T1 a través de un interruptor S1 de encendido/apagado y de un breaker CB1 de 3(A), que sirve de protección contra cortocircuito.

El secundario del transformador T1, tiene dos salidas de TAP central con tierra común. El primer de estos devanados alimenta el puente rectificador de onda completa CR1, a cuyos terminales de salida, positivo y negativo, se encuentran conectados los capacitores C1 y C3 que permiten obtener  $\pm 22\text{VDC}$  y  $-22\text{VDC}$  no regulados. Estos voltajes son utilizados para obtener  $+12\text{VDC}$  y  $-12\text{VDC}$  por medio de los reguladores VR1 y VR2, respectivamente.

El segundo devanado, es utilizado para obtener  $+5.0\text{VDC}$  no regulados a través del rectificador de onda completa formado por los diodos CR11, CR12 y el capacitor C9. Este voltaje sirve para alimentar los Leds indicadores y los Displays de temperatura de la unidad.

De los  $+12\text{VDC}$  regulados, se obtiene  $+5\text{VDC}$ ,

regulados por medio del regulador VR3 a cuya salida se encuentra conectado el capacitor - C34. Este voltaje es utilizado para la polarización de las redés de linealización, así como también para la alimentación de los interruptores de temperatura.

Los +5 VDC son alimentados al circuito inversor AR7-1 de ganancia 1. En cuya salida, PIN 1 y a través de la resistencia R64 se obtiene -5 VDC regulados.

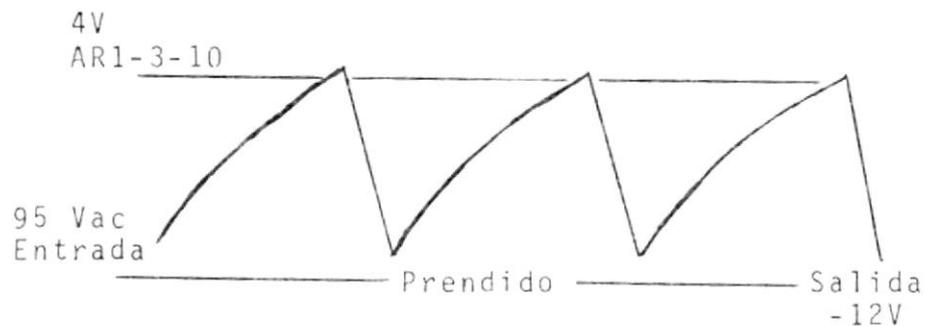
### 2.3.2. Circuito generador de calor

(Diagrama N° 2) Este circuito tiene dos entradas. Una de ellas viene del circuito controlador de temperatura, mientras la otra, viene del circuito AR1-4.

El circuito AR1-4, y sus componentes asociados generan una onda triangular. La amplitud de la onda depende directamente de los +22 V no regulados que alimentan la red divisora de voltaje formada por las resistencias R96, R97 y R100. Este voltaje, varía de acuerdo con las variaciones de voltaje de la línea de ali

mentación. Razón por la cual cualquier incremento o decremento en la amplitud del voltaje de alimentación causará el mismo efecto - en la amplitud de la onda triangular.

Cuando se requiere máxima potencia y el voltaje de alimentación es 95 VAC. La salida de AR1-3, PIN 13, es constante e igual a -12V . Esto se debe a que la salida del circuito - controlador de temperatura es +4V y la amplitud de la onda triangular es menor que +4V.



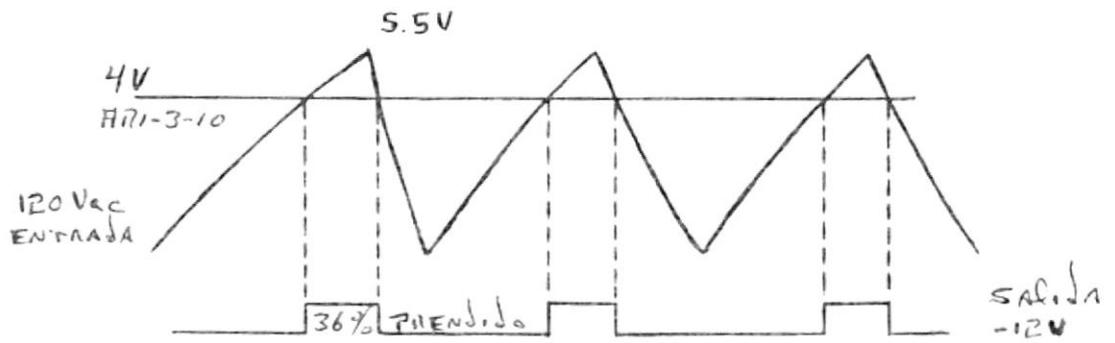
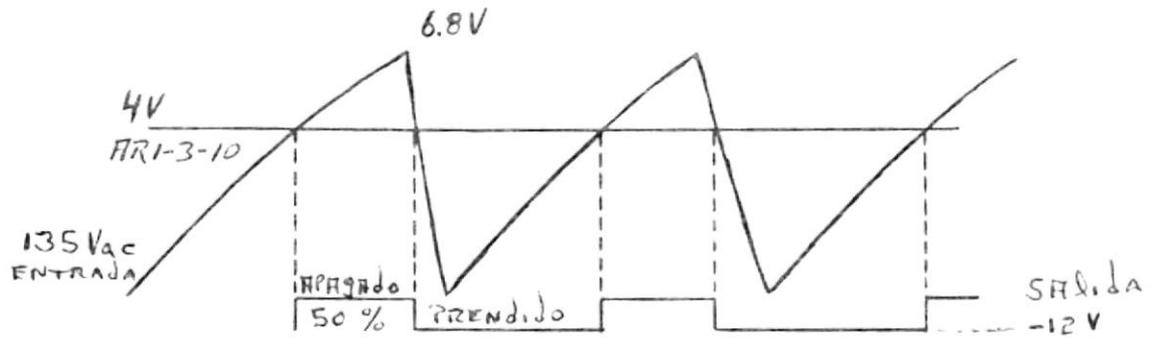
Cuando se requiere máxima potencia y el voltaje de alimentación es 135 VAC. La salida de AR1-3, PIN 13, será positiva (apagada) por - cerca del 54 % del período de la onda, que representa el tiempo en que la amplitud de la

onda triangular es mayor que los +4.0 V su ministrados por el circuito controlador de temperatura.

Similarmente , si el voltaje de alimentación es 120 VAC, la salida de AR1-3 será positiva (apagada) por aproximadamente 36 % del período de la onda, que representa el tiempo en que la onda triangular es mayor que los +4 V suministrados por el circuito controlador de temperatura.

Cuando la temperatura del incubador alcanza la temperatura deseada la salida de AR1-3 será positiva (apagada) por aproximadamente - 25 % del período de la onda. Lo cual representa el tiempo en que la amplitud de la onda triangular es mayor que +1.0 ó +2.0 VDC, su ministrados por el circuito controlador de temperatura.

La salida del circuito AR1-3, controla el relay K1 y el tiempo de conducción del relay de estado sólido. A los cuales se encuentran conectados tanto la alimentación AC, así co mo también el elemento disipador de calor.



### 2.3.3. Circuito Controlador de temperatura

Diagrama N° 3.- La temperatura interna del incubador es sensada directamente del aire que circula en su interior, ya sea por el termistor RTI-A o por un termistor auxiliar. Este valor de temperatura, en términos de voltaje, es linealizado antes de ser amplificado por un circuito integrador diferencial, AR4-1, de ganancia 15 y cuya salida es de 200 mV/°C.

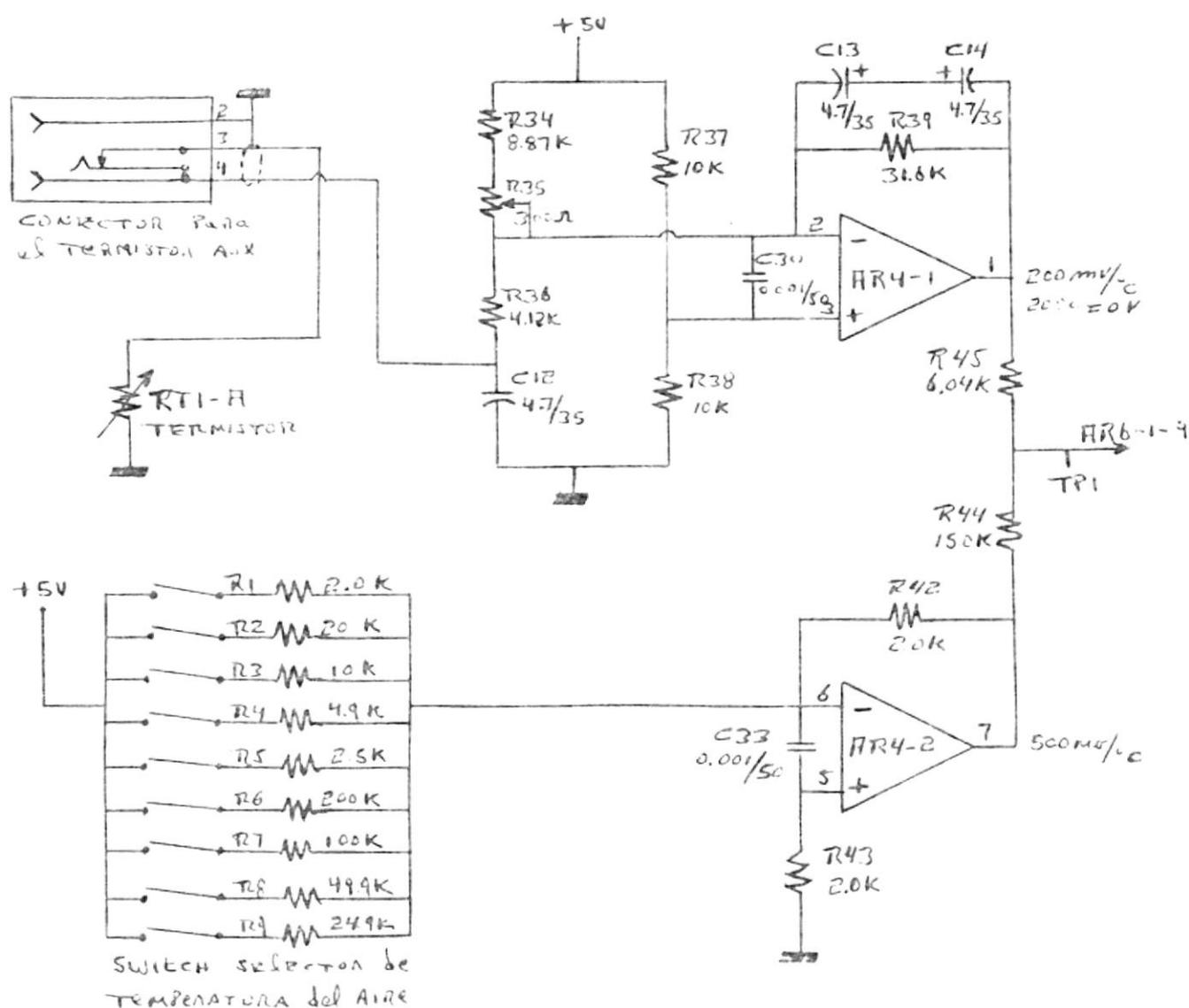
El valor de la temperatura deseada es fijada a través de un interruptor selector de temperatura del aire y es amplificado por un circuito de retroalimentación corriente-tensión, AR4-2 cuya salida es de -500 mV/°C.

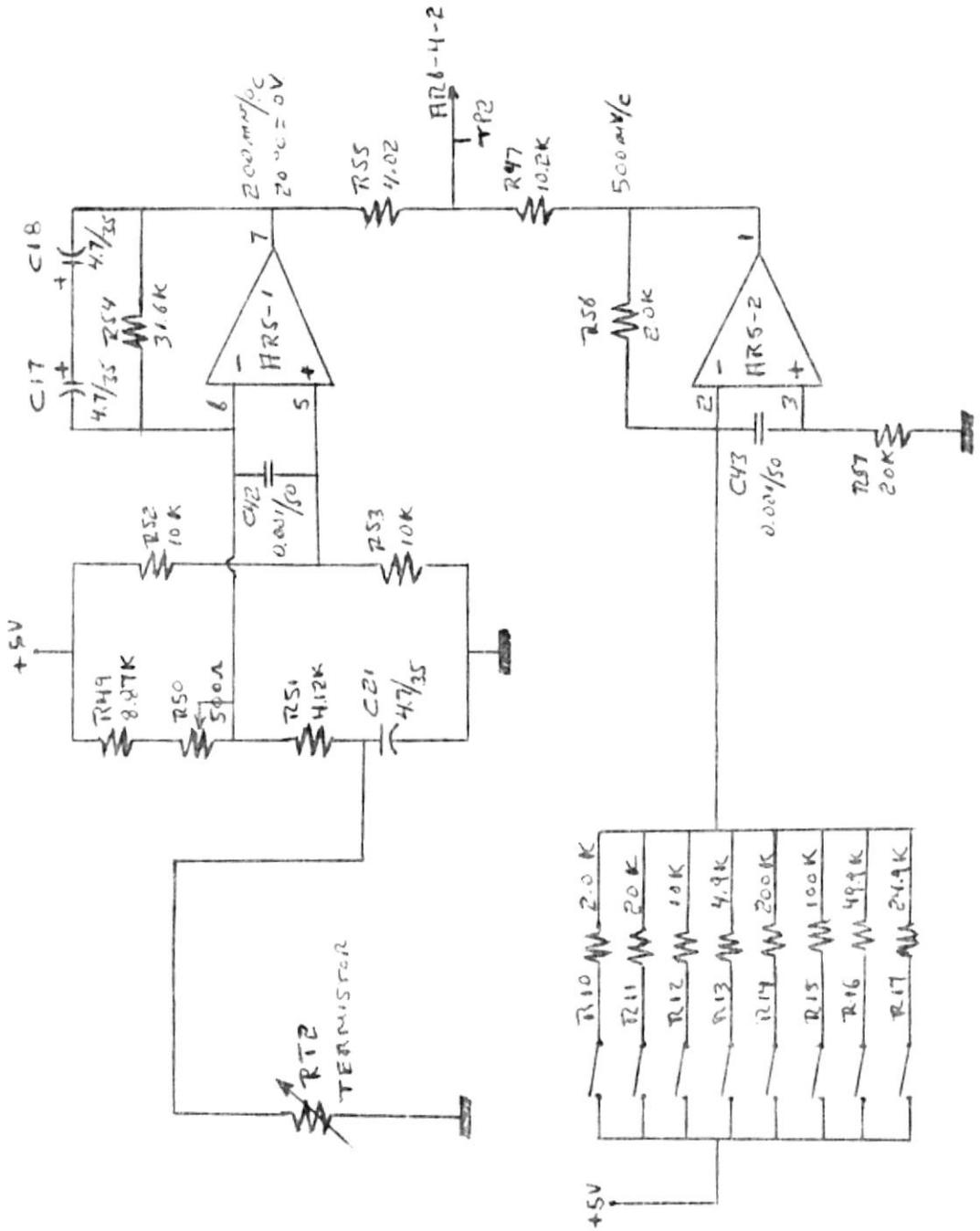
Ambas señales. la temperatura de aire y la temperatura deseada, son por un circuito de de tector de error, AR6-1, cuya salida es de ±5.0 V/±1.5°C.

La temperatura del paciente es sensada por el termistor TR2, sujeto a la piel del in

fante. Este valor, en términos de voltaje, es linealizado antes de ser amplificado por un circuito integrador diferencial, AR5-1, de ganancia 15 y cuya salida es de  $200 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ .

El valor de la temperatura deseada es fijada a través de un interruptor selector de temperatura de la piel y es amplificado por un circuito de retroalimentación corriente-tensión, AR5-2, cuya salida es de  $-500 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ .





Ambas señales, la temperatura de la piel y la temperatura deseada, son sumadas por un circuito detector de error, AR6-4, cuya salida es  $\pm 5.0 \text{ V}/^\circ\text{C}$ .

En el momento en que se prende la unidad. La temperatura del aire en el interior del incubador o la temperatura de la piel del infante es menor que la temperatura deseada. Como consecuencia de ello, el voltaje de error es positivo. Este voltaje satura negativamente la salida del amplificador AR6-3, la misma que polariza directamente el diodo Zener CR17 y fija la unión de CR21 y R79 a un voltaje de aproximadamente  $-6.0 \text{ V}$ .

Este voltaje causa que la salida de AR8-1, PIN 6, vaya a cero en aproximadamente  $1/2$  segundo, constante que es fijada por la red R67 y C25, permitiendo que el circuito aplique máxima potencia al elemento disipador de calor.

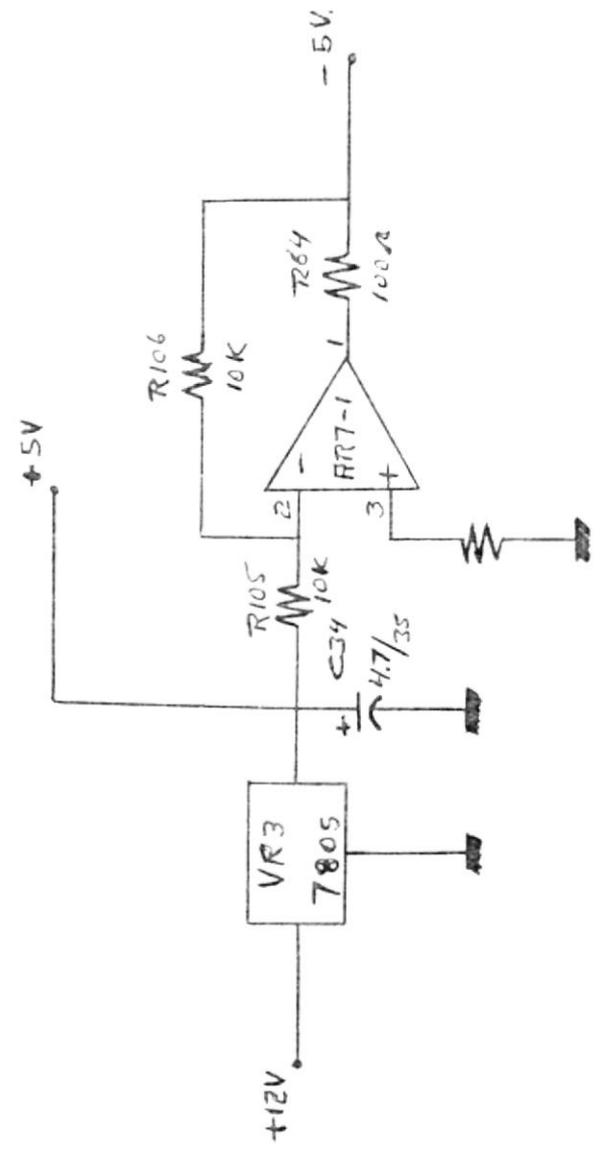
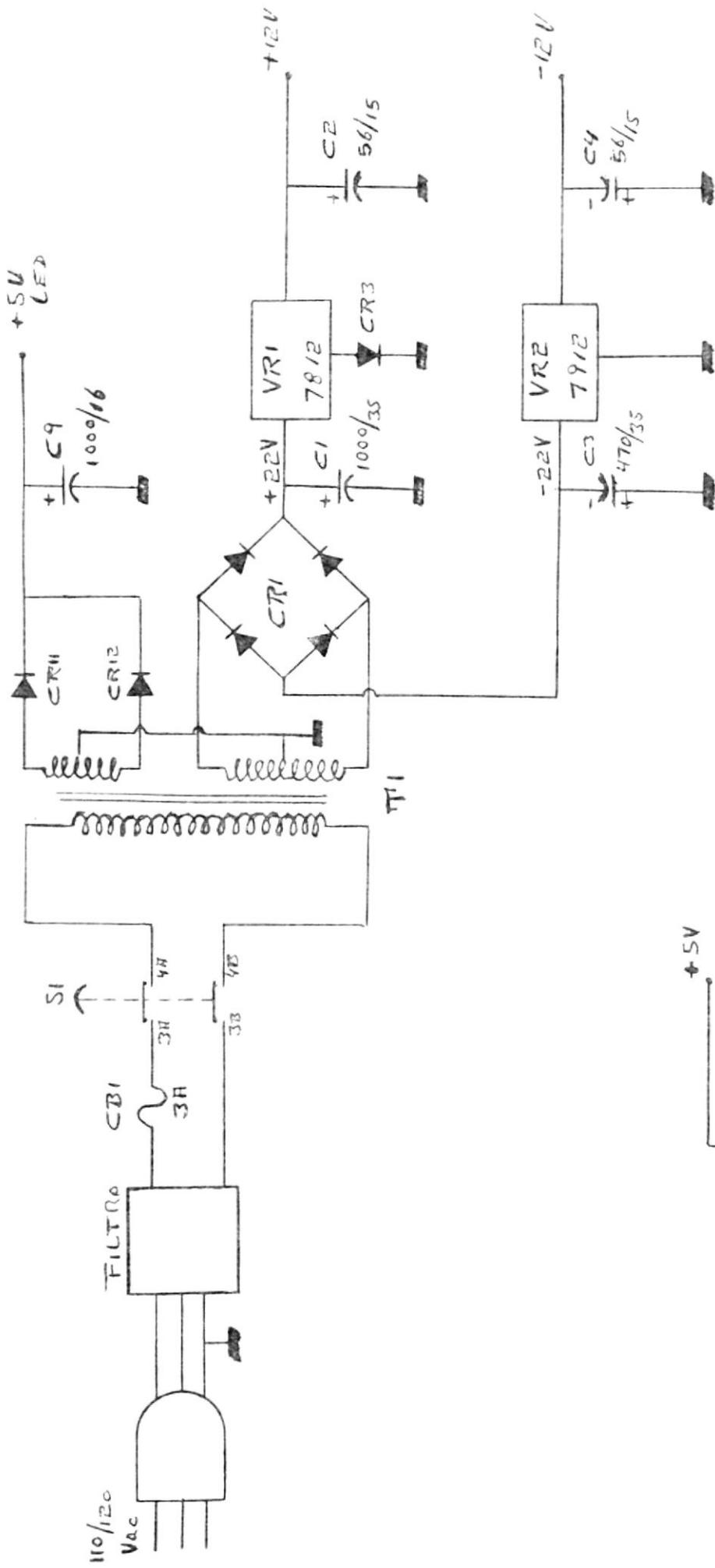
Conforme en el interior del equipo se va alcanzando la temperatura deseada, el voltaje de salida de AR6-1 o de AR6-4, se hace menos positivo lo que causa que la salida de AR6-3,

sea menos negativa. Cuando la temperatura alcanza aproximadamente  $0.9^{\circ}\text{C}$  por debajo del valor de la temperatura deseada, la salida de AR6-3, PIN 7, va desde un voltaje negativo hasta cero. Lo cual causa que el voltaje en la unión de R79 y CR21 alcance un valor de cero voltios e incrementa este valor positivamente conforme la temperatura en el interior del equipo se acerque a la temperatura deseada. Cuando esto sucede, el diodo CR21, es polarizado inversamente y causa que la salida de AR8-1, PIN 6, se haga paulatinamente negativa de acuerdo a la constante de tiempo de un minuto fijada por el capacitor C26 y la resistencia R68.

Este voltaje negativo de AR8-1, PIN 6, es aplicado a la unión de R70 y R72, lo cual previene que en el interior del equipo se alcance un valor mayor al valor deseado de temperatura.

El voltaje en la unión de R70 y R72 es aplicado al amplificador AR1-2, cuya salida, PIN 2, es limitada a +4V para máxima potencia y varía entre +1 y +2 voltios para el valor -

DIAGRAMA #1  
INCUBADOR



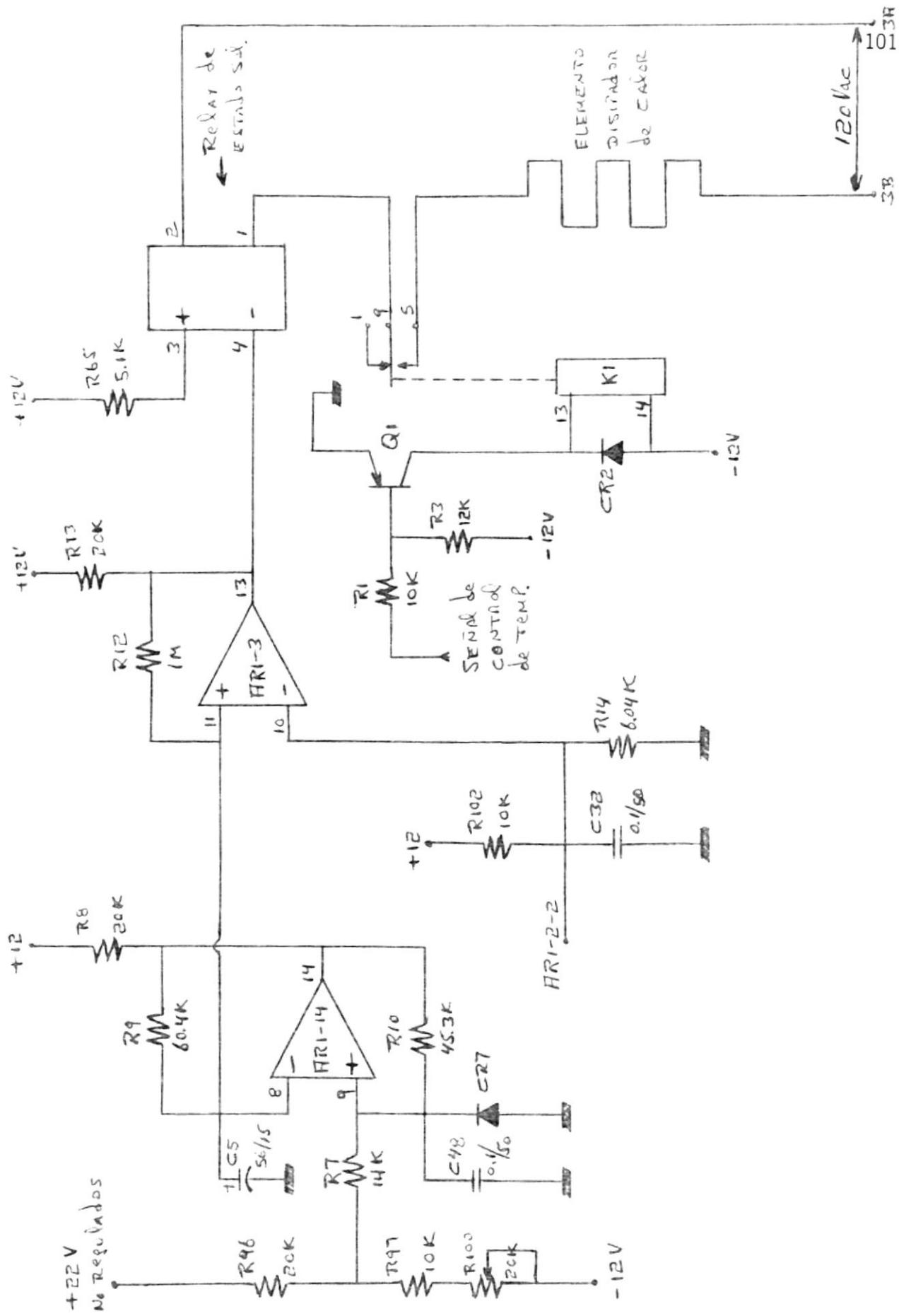
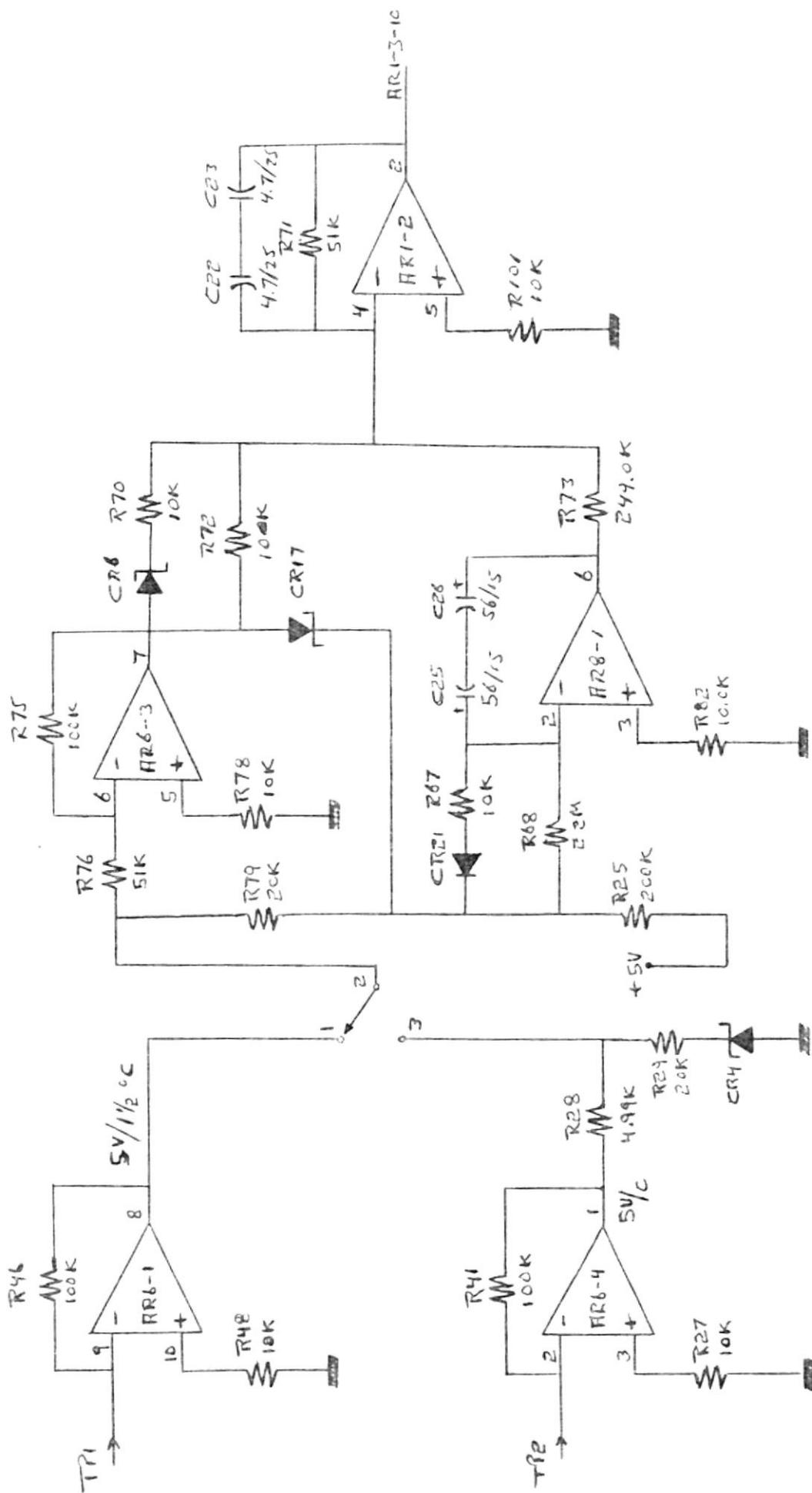


DIAGRAMA #2  
INCUBADOR



de la temperatura deseada que a su vez representan respectivamente el  $1/4$  y el  $1/2$  de la potencia que genera la máquina.

## 2.4. TEORIA DE OPERACION DE LA BOMBA DE INFUSION

### 2.4.1. Fuente de alimentación y regulador de voltaje de línea

(Diagrama N° 2) La fuente de alimentación está compuesta por algunos reguladores de voltaje que alimentan a los diferentes circuitos como son: Las memorias RAM, ROM, El microprocesador, el Display...,etc., uno de los propósitos de tener más de un regulador es evitar en lo posible el efecto negativo de la influencia de ruido producido por el motor en los demás circuitos que componen la máquina.

A continuación se mencionan los diferentes bloques que componen esta fuente de alimentación.

a. Transformador, rectificador y filtro.- La señal AC es conectada a un transformador

- reductor de voltaje el cual provee una salida AC, la cual es rectificadora para luego ser filtrada, obteniéndose una salida de +30 VDC no regulada.
- b. Regulador del voltaje de línea.- Cuando la bomba está conectada a una alimentación alterna AC, este circuito genera una salida de voltaje constante y corriente variable que es utilizada para cargar la batería.
  - c. Detector de línea AC.- Cuando la bomba se encuentra conectada a una alimentación AC, este circuito activa la señal LINE.- La cual comunica al microprocesador que el equipo está trabajando con alimentación externa AC.
  - d. Detector de Carga.- Es un circuito cuya salida es un LED indicador e indica que el regulador del voltaje de línea está en operación.
  - e. Batería.- Es una batería recargable del tipo LEAD-ACID y consiste en seis celdas,

cada una con un potencial que varía entre 1.8 y 2.4 VDC. Sus características son 12 VDC/2.5 APH y puede mantener la bomba en operación por 8 horas a un flujo de 25 ml/hora.

- f. POWER - CONTROL.-Este circuito activa la señal de control PWRSW+ la cual permite que los reguladores de +5V, +5L y +12 V, entren en funcionamiento, el voltaje VRAM es independiente de este circuito.
- g. Regulador +5L.- Consiste de un regulador de la serie 78L05 con una salida fija de 5 VDC  $\pm 5\%$  y con una corriente de salida de 100 mA., este circuito tiene un limitador de corriente interno y para su funcionamiento cuando la temperatura es mayor al valor nominal de operación.
- h. Regulador +5V.- Este circuito suministra voltaje a parte de los circuitos analógicos, digitales y al display. Para ello utiliza una técnica de modulación de ancho de pulso a una frecuencia fija (Fidex Frequency/pulse - Width Modulation).

- I. Bateria - Monitor.- Es un voltaje DC que representa el 25% de los 12 VDC de salida del circuito Power Control. Este voltaje es representado por la señal Batmon y está conectado al microprocesador por medio del convertidor A/D, U16 PIN 28.
  
- j. Regulador VRAM y 5.12 REF.- Este circuito tiene dos funciones: Primero, suministrar 5.12 VDC al convertidor A/D así como también al circuito regulador de +5V. segundo, generar el voltaje RAM para la memoria que también es usado por el circuito Power control para la generación de la señal PWRSW+.
  
- k. Protección de sobrecarga.- También conocido como "Crowbar" protege la bomba de cualquier daño por sobrecarga debido a un mal funcionamiento del regulador +5V, +5L y el voltaje 5.12 REF.
  
- l. Reloj y divisor de frecuencia.- Está compuesto por un cristal Y1, el cual junto con la circuiteria asociada genera una se

ñal cuya frecuencia es de 2.29376 Mhz. Esta señal es llevada a un contador binario del cual se obtiene una frecuencia de 71.68 KHz, la que a su vez es conectada a un contador BCD que divide la frecuencia de esta señal para tres, obteniéndose una frecuencia de salida de 23.89 KHz. Esta señal es integrada para obtener un tren de pulsos llamado OSC SYNC.

- m. Generador diente de sierra.- Es generado a partir de la señal OSC SYNC y es utilizado por el regulador de +5V para comparar la diferencia de voltaje (señal de error) entre los +5V de salida y los 5.12 V Ref.

El regulador de voltaje de línea se lo aprecia en el Diagrama N° 3, este regulador tiene dos funciones básicas que son:

1. Generar un voltaje DC regulado que alimenta a los demás circuitos de la bomba. Lo cual lo convierte en la fuente principal de alimentación cuando el equipo está conectado a un voltaje alterno.

2. Cargar la batería constantemente por medio de una salida de voltaje constante y corriente variable. La salida de voltaje es de aproximadamente 2.40 V/CELDA.

Este circuito emplea una técnica de regulación de modulación de pulso a una frecuencia fija - (Fixed - Frequency Pulse Modulation), para lo cual utiliza un circuito integrado, U1, de la serie TL494.

La modulación de los pulsos de salida (U1 PINS 8 y 11) se consigue por comparación de una señal diente de sierra, a través del capacitor - C8, con la señal de control, esta última es una porción del voltaje de salida del regulador. Cuando la amplitud de la señal diente de sierra es mayor que la amplitud de la señal de control, el transistor Q1 conduce. Cuando el voltaje de salida del regulador es menor que el voltaje de salida nominal, el ancho del pulso a la salida del regulador es incrementado, cargando el capacitor C4 hasta alcanzar el valor de voltaje deseado.

Los PINS 15 y 16 son las entradas a un detector

de error de voltaje del regulador. El PIN 15 está conectado internamente a +5V de referencia por medio de R7. el PIN 16 está conectado al potenciómetro R10, el cual es ajustado para que suministre +5V cuando la salida del regulador está a un valor nominal de 14.4V.

Los Pins 1 y 2 son las entradas a un detector de error de corriente del regulador. El Pin 1 está conectado a la unión de un divisor de voltaje formado por las resistencias R4 y R12, la que suministra un voltaje nominal de 13.9 V en condiciones normales de operación. Si el valor de la corriente a la salida del circuito llega a ser mayor que 1A, la resistencia R1 (sensor resistance) experimentará una caída de voltaje mayor a 0.5 V, lo que causará que el voltaje en el pin 2 sea menor que 13.9 V. Cuando esto sucede, el ancho del pulso de salida del circuito es más angosto, lo que causará un decrecimiento en el voltaje de salida del circuito regulador. Si el voltaje en el Pin 2 no se eleva a un valor mayor de 13.9 V, el proceso descrito anteriormente llevará la salida del circuito a un valor de 0V.

Los transistores Q1 y Q24 y las resistencias R105 y R2 forman un circuito Darlington, el cual entra en conducción cuando las salidas U1-8 y U1-11 son bajas. La resistencia R3 limita la corriente de base. La salida estable de este circuito se alcanza por medio del inductor L1 y el capacitor C4 los cuales forman un filtro pasa bajo.

Los elementos R6, C6, R8 y C7, proveen estabilidad para el amplificador de error de corriente y de voltaje, respectivamente.

El transistor Q3, asegura que el voltaje de rampa a través del capacitor C8 esté en sincronismo con la señal OSC SYNC, cuya frecuencia es de 23.89 KHz., la cual no está presente cuando la bomba está apagada. Sin embargo, la resistencia R13 y el capacitor C8 generan una frecuencia similar, lo cual permite al regulador estar en operación aún cuando la bomba esté apagada, lo que permite que la batería se cargue constantemente.

#### 2.4.2. Memoria del sistema basado en el Microprocesador 8085

(Diagrama N° 1) La Unidad Central o CPU está basada en un microprocesador 8085, U1, el cual es un circuito de alta escala de integración que consta de: Una señal de reloj interna, cuatro vectores de interrupción, una barra de datos multiplexada-bidireccional de 8 bits, 64 K bytes de memoria. Este microprocesador y la circuitería asociada utiliza tecnología CMOS con el propósito de disminuir el consumo de energía.

El microprocesador utiliza un circuito direccionador (Address latch) para formar una barra de direcciones de 16 bits, A0-A15. Las mismas que son usadas para seleccionar los diversos circuitos que componen la memoria del sistema como son las memorias RAM, EPROM, los puertos de entrada/salida, etc.

La transferencia de datos desde y hacia el microprocesador se efectúa a través de la barra de direcciones/datos formada por 8 bits que son ADO-AD7.

El reloj del sistema se lo obtiene por medio de un cristal Y1 y el capacitor C30, los que en conjunto con el microprocesador producen una señal de 5 MHz de frecuencia la cual es dividida para dos por el microprocesador, obteniéndose como resultado una señal de reloj de 2.5 MHz.

La barra de control del microprocesador es un sistema codificado que consiste de las señales RD-, WR- y IO/M. El circuito Memory Address Decoder, U4, es seleccionado cuando la señal IO/M es baja. Los decodificadores U3, U20 y el circuito U7, I/O timer, son seleccionados cuando la señal IO/M es alta. Para una mejor comprensión se facilita la tabla lógica de la barra de control.

DECODIFICADOR	IO/M	WR-	RD-
Memory Address Decoder U4	0	<u>±</u>	<u>±</u>
I/O Decodificador U3	1	0	
I/O Decodificador U20	1		
NSC810 I/O Ports/Timer U7	1	0	

Memory Address Decoder, U4.

Es utilizado para seleccionar las dos memorias EPROM, U8 y U9, las cuales se encuentra el Software del programa. Así como también las dos memorias RAM, U14 y U15. Este circuito es un decodificador de 3 x 8 el cual usa las líneas A12-A15 de control para las memorias que son: Epromok-, Eprom4K-, Eprom8K- y RAM0-.

ERASABLE/PROGRAMABLE READ ONLY MEMORY (EPROM).- En estas memorias, U8 y U9, se encuentran grabadas las subrutinas del software que utiliza el CPU, la longitud de cada palabra es de 8 bits al igual que la barra de datos/direcciones.

RANDOM ACCESS MEMORY (RAM).- Esta memoria está compuesta por dos circuitos U14 y U15, los cuales son dos 1K x 4 cmos, los que juntos forman una palabra de 8 bits. Estas memorias están constantemente activadas por el voltaje VRAM aún cuando el equipo está apagado.

CPU OUTPUT PORTS.- Los puertos de salida son seleccionados a través del circuito U3 y son: un convertidor A/D, circuito de control del

motor y el circuito del Display. Para esto el decodificador U3 utiliza las líneas A4-A7 de la barra de direcciones y las señales 10/M y WR- de la barra de datos para seleccionar el circuito que recibirá información (datos) del microprocesador.

A continuación se detallan las direcciones de los puertos de salida para cada uno de los circuitos mencionados anteriormente.

Las direcciones del 0-15, están asignadas al circuito del Display, cuando el microprocesador selecciona un puerto de salida en este rango la señal de control DISPW- es baja las direcciones del 32-47 están asignadas al convertidor A/D U16 junto con la señal de control ADCW.- Además el microprocesador utiliza 3 de los 8 bits de la barra de direcciones/datos , D0-D2, como señales de control para seleccionar cada una de las ocho entradas que están conectadas al convertidor y que tienen que ser convertidas a una señal digital.

Las direcciones del 64-79, han sido asignadas

al puerto de salida U5. Este circuito controla la operación y el sentido de rotación del motor de paso por medio de las señales convertidas a una señal AC llamada MCC, que es el voltaje que controla la cantidad de corriente que circula por el devanado del motor, la señal de salida, BIT D7, es normalmente baja, lo que hace que las señales OPDRV y OPTOSEL permanezcan en estado alto.

Las direcciones 80-95 y 96-111, están asignadas a los puertos externos de entrada/salida, respectivamente. Los puertos a su vez están controlados por los circuitos U3 y U20 a través de las señales de control IOXSEL2- y IOXSEL.- Estas direcciones son usadas para la comunicación de la bomba con dispositivos externos.

CPU INPUT PORTS.- Los puertos de salida son seleccionados a través del circuito U20 y son: un convertidor A/D, el circuito INPUT PORT 64 y el circuito del Display. Para esto el decodificador U10 utiliza las líneas A4-A7 de la barra de direcciones y las señales IO/M

RD- de la barra de datos para seleccionar el circuito del cual el microprocesador recibirá la información (datos).

A continuación detallamos las direcciones - de los puertos de salida para cada uno de los circuitos mencionados anteriormente.

Las direcciones del 0-15 están asignadas al circuito del Display cuando el microprocesador selecciona un puerto de salida en este rango la señal de control DISPR- es baja.

Las direcciones del 32-47 están asignadas al convertidor A/D, U16, junto con la señal de control ADCR.- Este convertidor A/D es un circuito integrado de 8 bits/8 canales, el cual convierte una señal analógica a una señal digital y para cada valor analógico de entrada, le asigna uno de los 256 posibles valores digitales de salida, cada uno de los cuales a su vez representa 20 mV, cuando una señal analógica es convertida a señal digital el resultado de esa conversión es una señal - en código binario, que es enviada al micro-

procesador por medio de la barra de datos. El final de la conversión es controlada por la señal EOC. Además, el convertidor está sin sincronizado con la señal de reloj del microprocesador ALE.

Las direcciones del 64-79, han sido asignadas al puerto de entrada U6, el cual es un circuito Driver de 8 bits habilitado por la señal de salida del circuito U20, PIN 11.

Las direcciones 80-95 y 96-111, sirven para acoplar dispositivos externos tal como fue descrito anteriormente.

### 2.4.3. Circuito discriminador de gotas

(Diagrama N° 4) Este circuito consiste de un demodulador sincrónico, un amplificador diferencial, un circuito controlador de luz, un lazo de control automático y un circuito simulador de gotas.

a. DEMODULADOR Y AMPLIFICADOR: Esta parte del circuito discriminador consiste de los interruptores analógicos U6-1 y U6-3, el amplificador diferencial U8-2, el contador - U7 y sus componentes asociados. Por medio de este circuito se obtiene un voltaje que es proporcional a la diferencia entre la corriente que circula por el fototransistor en el sensor de flujo (causada por la luz ambiental) y la corriente causada tanto por los leds del sensor de flujo como por la luz ambiental. U7 es un contador de 10 estados que es operado por una señal de reloj de 23.89 KHz y cuya entrada es el pin 13. Esto permite obtener un tren de pulsos con un 10 % de Duty Cycle para operar los interruptores U6-1, U6-3 y los transistores Q2 y Q4 que actúan como interruptores electrónicos.

Cuando la salida Q0 del contador U7 es alta. Los transistores Q2 y Q4 están en estado de conducción, permitiendo que el transistor Q3 controle la corriente que circula a través de los leds del sensor de flujo. Al mismo tiempo, la salida de U6-3, PIN 12, es alta y la corriente que circula por el fototransistor del sensor de flujo pasa a través del interruptor U6-3 y carga el capacitor C9 por aproximadamente 14 uESG. el voltaje a través de C9 es proporcional a la cantidad de luz ambiental que recibe el fototransistor más la luz proveniente de los leds, aproximadamente 200 useg más tarde, tiempo aproximado en que debe caer una gota, la salida Q5 del contador U7 estará en estado alto. Esto permite que el interruptor U6-1 conduzca y se cargue el capacitor C8. El voltaje a través de C8 es proporcional a la luz ambiental que recibe el fototransistor en el sensor de flujo. El fototransistor sólo responde a la excitación de luz infrarroja.

El amplificador diferencial U8-2 substrahe la señal de voltaje que representa la cantidad

de luz ambiental, del voltaje que representa la combinación de la cantidad de luz ambiental y luz de los diodos leds. como resultado de esto a la salida del amplificador U8-2 , PIN 7, tenemos el voltaje que representa la cantidad de luz infrarroja proveniente de los diodos leds que excitan el fototransistor. Justamente éste es el valor del voltaje en que la salida del amplificador U8-2 es reducida cada vez que una gota de solución atravieza el sensor de flujo. El microprocesador analiza la amplitud de esta señal cada 5.0 mseg., por medio de un convertidor A/D y determina si este valor corresponde a un comportamiento normal de flujo previamente establecido.

- b. CIRCUITO CONTROLADOR DE LUZ.- Si la amplitud de la señal de voltaje a la salida de U8-2 , disminuye por cualquier razón, entonces habrá mayor conducción a través del transistor Q3. Como consecuencia de ello, tendremos que los diodos leds emitirán mayor cantidad de luz, causando que la señal DROP alcance el voltaje de la señal DROP REF (4.1V)., a

este momento, se detiene la infusión y la bomba entra en estado de alarma.

- c. LAZO DE CONTROL AUTOMATICO.- Este circuito está compuesto por el amplificador U8-1 y sus componentes asociados. La salida del U8-1, PIN 1, y el filtro pasa bajo formado por R13 y C12 determina la conductividad del transistor Q3 y consecuentemente la cantidad de corriente que fluye por los leds del sensor de flujo. Lo que a su vez determina la intensidad de luz emanada por los mismos. La integración de la señal DROP por el amplificador diferencial U8-1 determina que su voltaje promedio sea igual a la señal DROP REF., la cual se encuentra a un voltaje fijo de 4.1V fijado por los componentes del divisor de voltaje formado por R14 y R15. La aparición de pulsos en la línea de la señal DROP no afectan el valor del voltaje promedio. El capacitor C13 asegura que sólo pequeños y paulativos cambios que atenúen la magnitud de la luz infrarroja del lazo de retroalimentación causen que el circuito controlador de luz disminuya el voltaje de la señal DROP A 4.1V.

#### 2.4.4. Circuito Transductor y amplificador de presión

(Diagrama N<sup>o</sup> 5) Este circuito amplifica la salida del transductor de presión y consta de un circuito Chopper amplificador - estabilizador diferencial para instrumentación con un amplificador de salida cuya ganancia, en términos de proporción, es de 3:1. Lo que significa , que para un valor de presión menor a un valor de referencia dado, 125 mmHG, la ganancia de salida de este circuito será tres veces mayor que para un valor de presión mayor al valor - de referencia antes mencionado. Este circuito es descrito a continuación y para su mejor comprensión se lo ha dividido en cuatro bloques: el circuito Chopper/modulador de entrada, el amplificador de instrumentación, el de modulador y el amplificador de salida.

a. MODULADOR DE ENTRADA.- Consiste de dos interruptores de sincronismo, U22-3 y U22-2, que sirven para modular la señal de presión de entrada a una frecuencia de 2.389 KHz y cuya forma de onda corresponde a la de una señal cuadrada.

- b. AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACION.- Este circuito consta de dos etapas: la primera de ellas está formada por los circuitos integrados U20-1, U20-2 y la red de resistencias R22,....R29. Tiene una entrada diferencial y dos salidas a través de los pins 1 y 7 . La segunda etapa está compuesta por el circuito U21-1 y sus componentes asociados. Tiene una sola entrada diferencial y una salida que es la señal modulada y amplificada del transductor de presión.
- c. DEMODULADOR.- La tercera etapa consiste de un demodulador compuesto por los capacitores C14, C15 y los interruptores de sincronismo U22-4 y U22-1. Por medio de esta red se recupera la señal de presión modulada - anteriormente de la portadora de 2.389 KHz a este punto, la señal de salida tiene la misma forma de la señal de presión de entrada pero con una amplitud mayor.
- d. AMPLIFICADOR DE SALIDA.- La última etapa - comprende un amplificador formado por los circuitos U21-2, U23-1 y el transistor Q5 y sus componentes asociados.

El amplificador tiene una ganancia que en términos de proporción es de 3:1, lo que significa que la ganancia para bajas presiones, menores que 125 mmHG ó 170 cmH<sub>2</sub>O, es tres veces mayor que la ganancia para presiones mayores a 125 mmHG o 170 cmH<sub>2</sub>). La misma que es controlada por el microprocesador a través de la señal GAIN. Esta señal es alta para baja ganancia y es baja para alta ganancia. El transistor Q5 es usado para limitar la salida de U21-7 a un valor máximo de 5V.

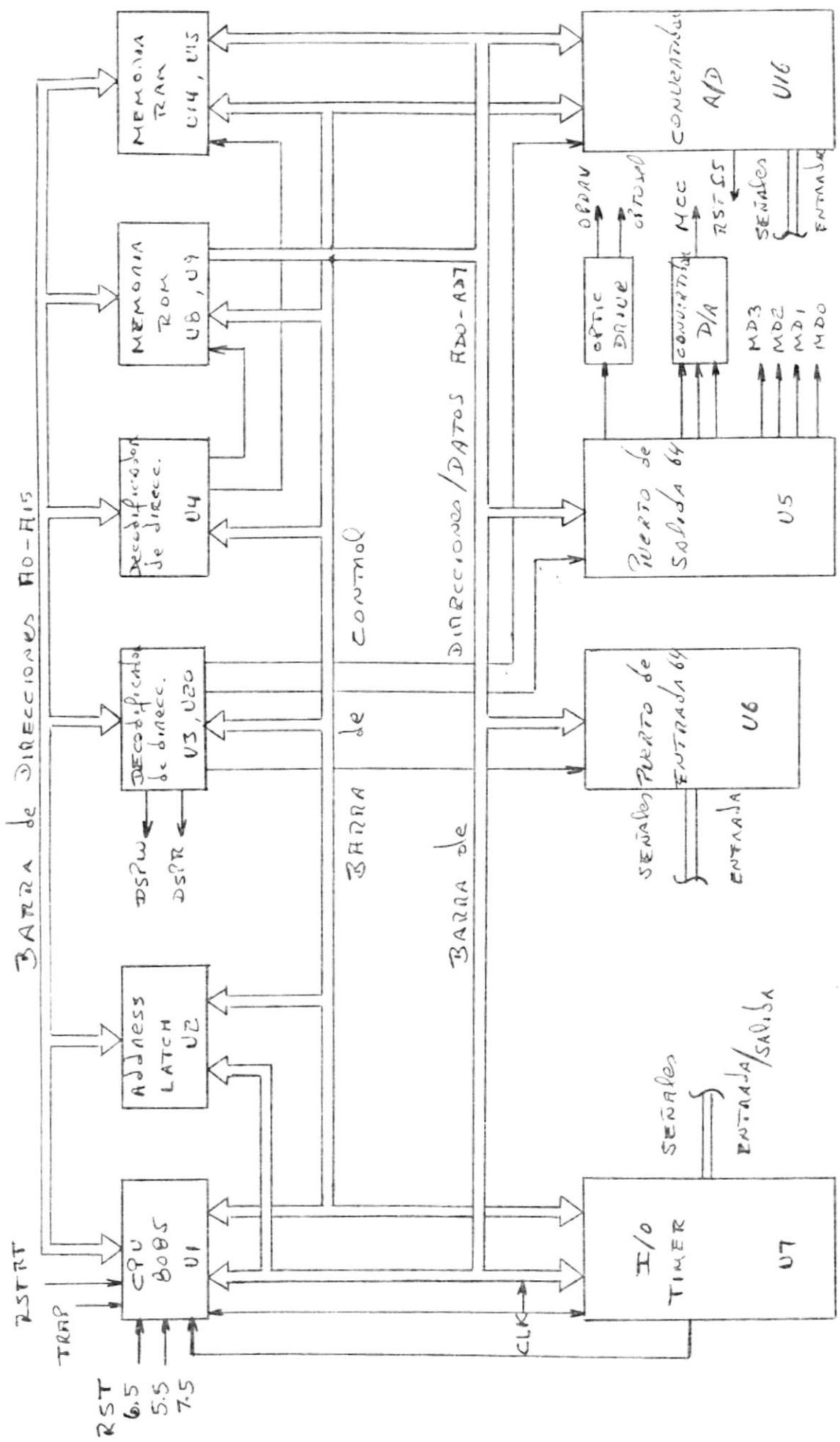


DIAGRAMA # 1

BOMBA de INFUSION

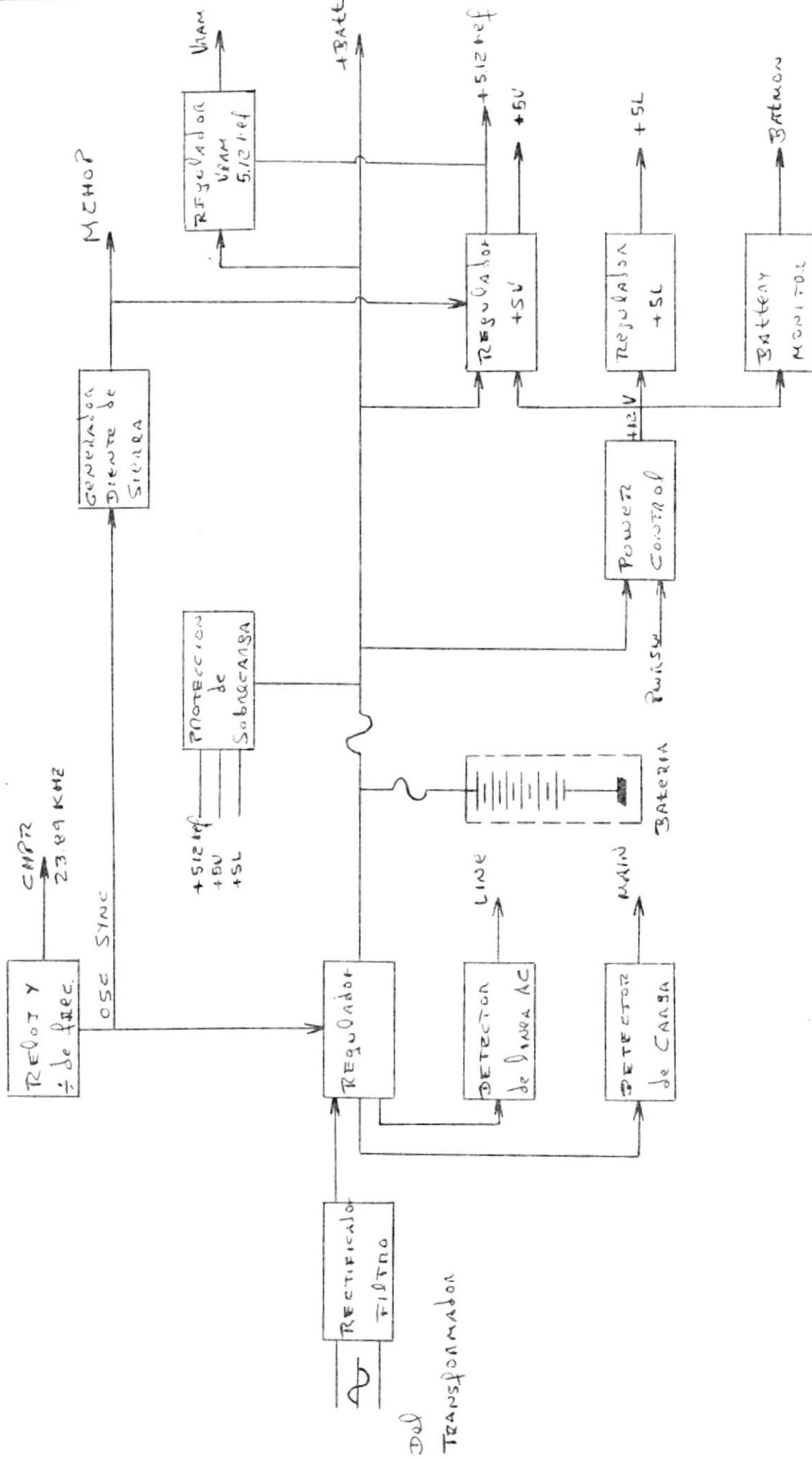
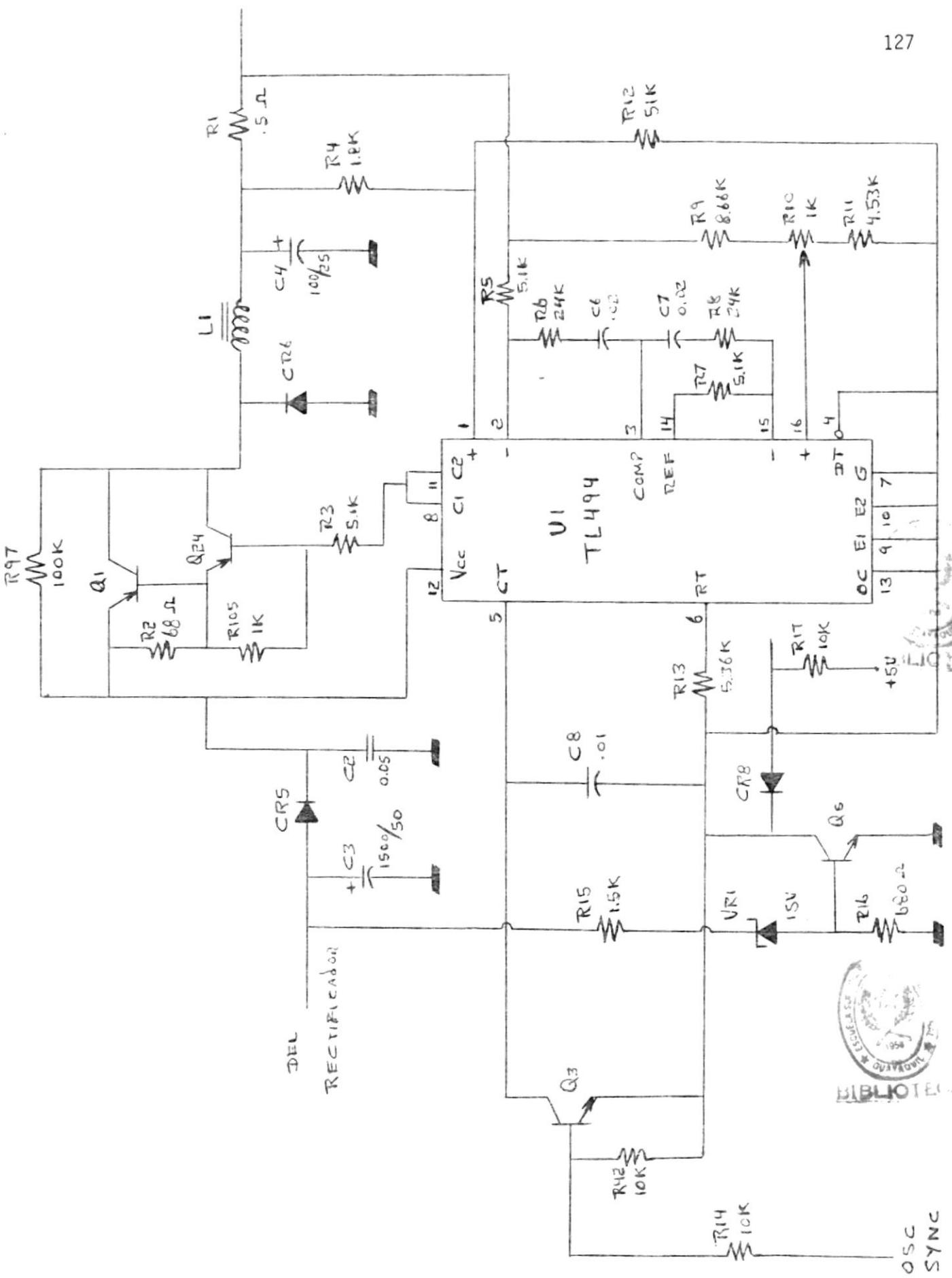


DIAGRAMA #2

Bomba de Infusion



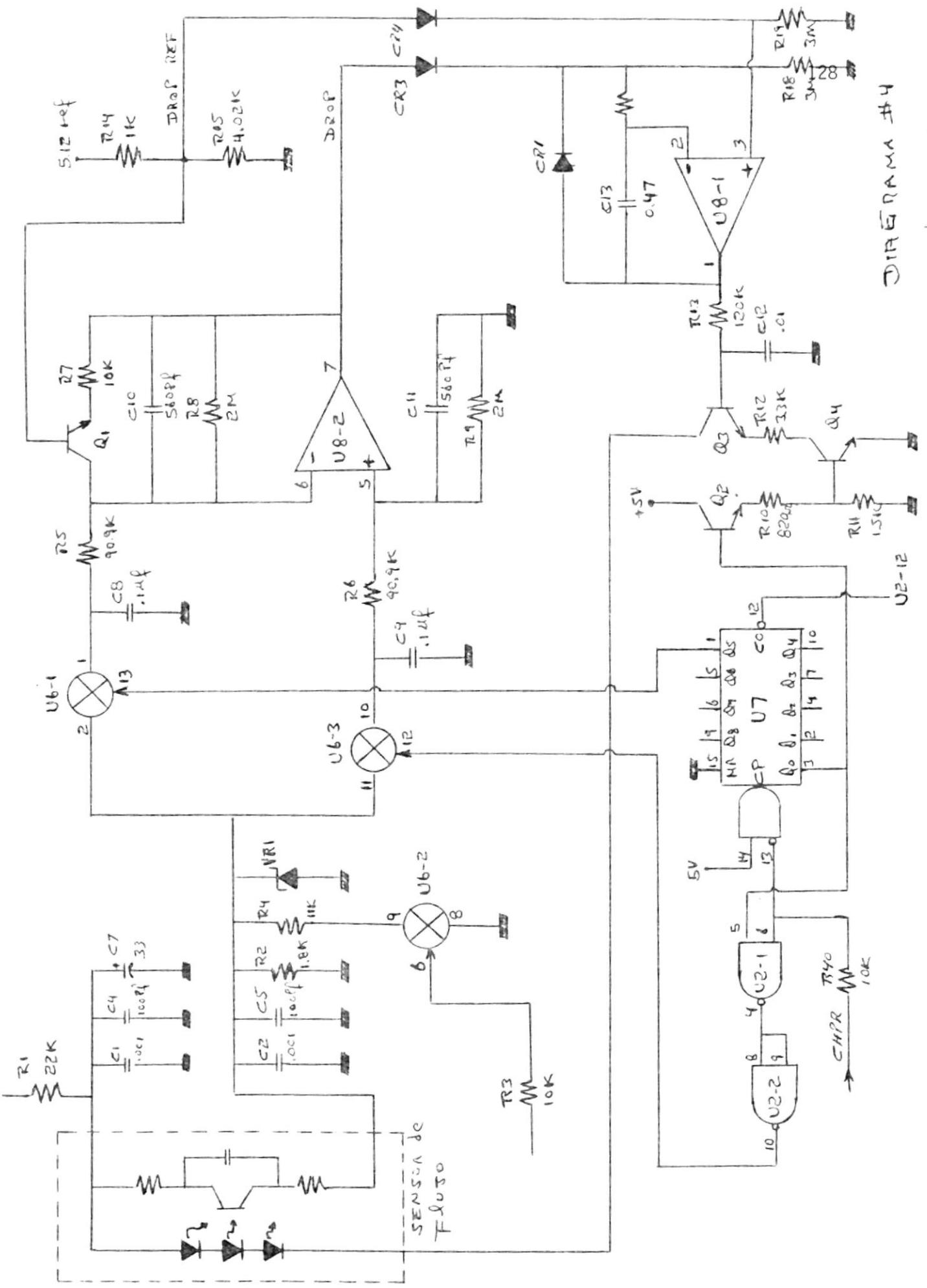
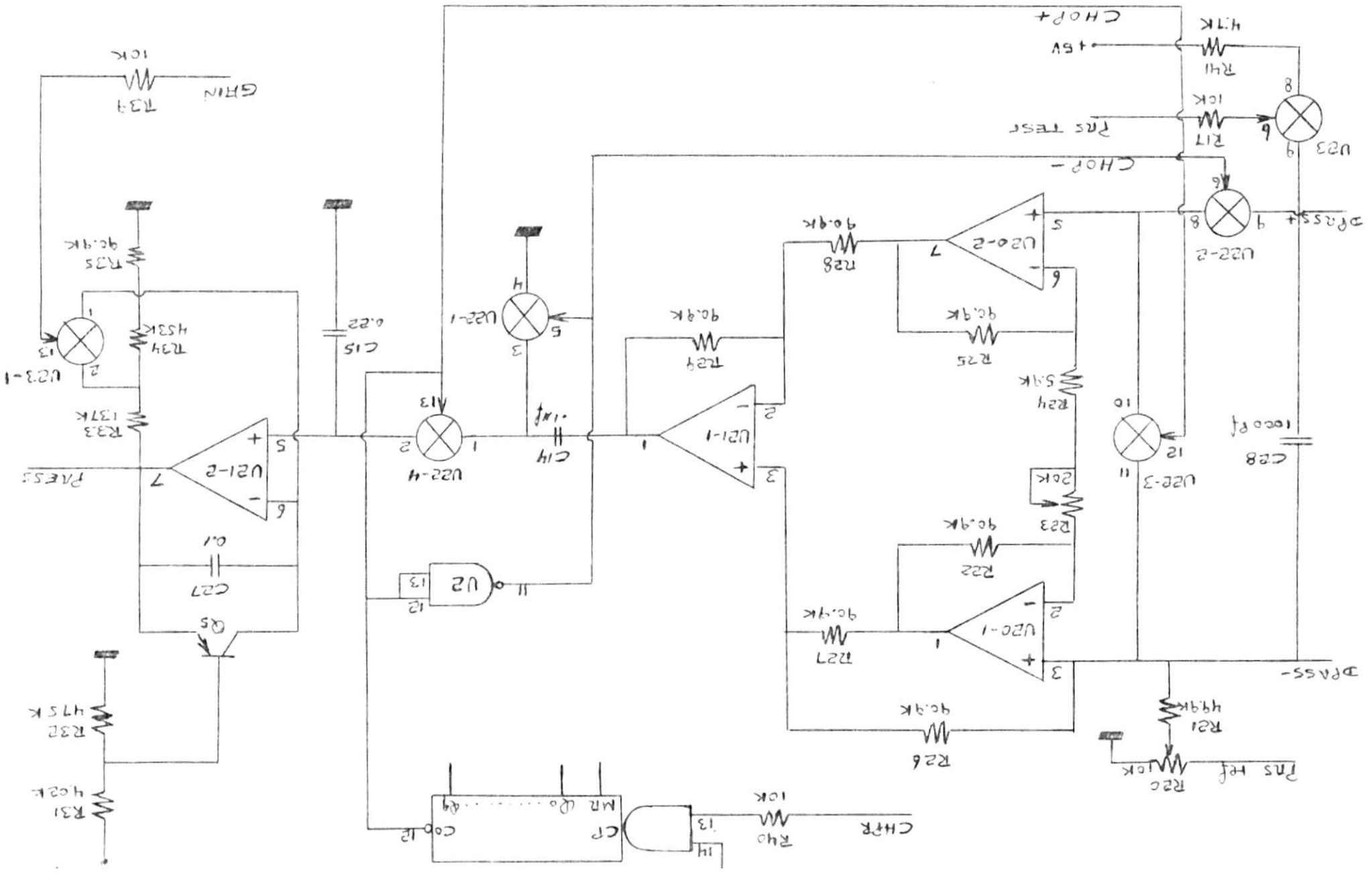


DIAGRAMA #4

Bomba de Infusion

Bomba de Inyeccion

DIRERAMA # 5  
129



## C A P I T U L O III

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

#### 3.1. CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION

FECHA DE INSPECCION.- Escriba dia/mes/año en que se realiza la inspección.

TECNICO.- Escriba sus iniciales.

INSPECCION FISICA.- Consiste en hacer un chequeo visual de la estructura de la máquina para corregir o prevenir en caso de ser necesario cualquier condición defectuosa que pudiera presentar riesgos a la integridad física tanto del paciente como del personal que lo atiende, como es el caso de la operación normal de las ruedad, la posición horizontal del módulo de calentamiento con respecto al piso, la verificación de que todas las partes que forman la estructura estén - apropiadamente sujetas y no hallan tornillos, tuercas sueltas que en determinado momento faciliten el mal funcionamiento de la máquina. Corregir cualquier boru

de cortante o parte puntiaguda que pudiese causar - rasguños, cortes o lastimaduras al personal que lo atiende.

INTERRUPTORES, BOTONES O DEMAS ACCESORIOS.- Verificar que todas estas partes no presenten resistencia al deslizamiento o a la rotación, según sea el caso, entre sus diferentes posiciones de operación. Así mismo, constatar que los conectores no se encuentren flojos y que sus terminales no estén gastados, doblados o sucios.

LUZ DE EXAMINACION.- Verificar que la luz de examinación funcione y se encuentre orientada hacia el centro de la cuna.

OPERACION MANUAL.- En operación manual el interruptor manual/skin, debe estar en la posición MANUAL . La unidad encendida, a no ser que se especifique lo contrario y conectada a la fuente de alimentación a través de un vatímetro. Además, la luz de examinación debe estar apagada.

POSICION DEL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO/APAGADO "OFF".- Con la unidad apagada, COMPRUEBE que el consumo de po

tencia de la unidad es cero."

POSICION DEL INTERRUPTOR "BAJA".- Fije el interruptor de control manual de calor a la posición más baja - de la escala y compruebe que el consumo de potencia de la máquina es prácticamente cero. Ningún led del indicador visual debe estar prendido.

POSICION DEL INTERRUPTOR "MEDIA".- Fije el interruptor de control manual de calor a la posición media de la escala y compruebe que el consumo de potencia es aproximadamente la mitad de la potencia máxima - de la máquina. Este valor deberá estar comprendido entre 250 (W) y 300 (W) dos ó tres leds del indicador visual deben estar prendidos.

POSICION DEL INTERRUPTOR "ALTA".- Fije el interruptor de control manual de calor a la posición más alta de la escala y compruebe que el consumo de potencia de la máquina está en el rango de 560 (W) a 600 (W). Todos los leds del indicador visual deben estar prendidos.

OPERACION AUTOMATICA.- En operación automática el interruptor manual/Skin debe estar en la posición SKIN El interruptor selector de temperatura del controla-

dor debe estar fijado a  $37^{\circ}\text{C}$  . excepción de los cam  
bios mencionados, todas las condiciones anteriores  
se mantienen.

EXACTITUD DE LA ESCALA DE TEMPERATURA.- Conecte el  
simulador de temperatura al controlador y verifique,  
que para los valores de  $34$ ,  $36$  y  $37.9^{\circ}\text{C}$ , la desvia-  
ción de temperatura en la pantalla del controlador  
no sea mayor a  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ .

POTENCIA DE CONSUMO CON EL SIMULADOR A  $37^{\circ}\text{C}$ .- Verifi-  
que que en esta condición de operación la potencia -  
de consumo es aproximadamente  $250$  (W) o  $300$ (W) lo -  
cual representa la mitad de la potencia nominal de  
la máquina y que dos o tres de los segmentos del in  
dicador visual estén prendidos.

POTENCIA DE CONSUMO CON EL SIMULADOR A  $37.5^{\circ}\text{C}$ .- Com  
pruebe que la potencia de consumo es cero y que nin  
guno de los segmentos del indicador visual esté pre  
ndido.

POTENCIA DE CONSUMO CON EL SIMULADOR A  $36.5^{\circ}\text{C}$ .- Com  
pruebe que la potencia de consumo es máxima e igual  
a la potencia nominal y que los cuatro segmentos del  
indicador visual estén prendidos.

ALARMA POR ALTA TEMPERATURA CON EL SIMULADOR A 38°C.- Compruebe que después de 15 seg., que se detecta una condición de alta temperatura la máquina entra en estado de alarma apagando el elemento generador de calor con la alarma apagando el elemento generador de calor con la presencia de una alarma audible. Todos los segmentos del indicador visual deben estar prendidos.

ALARMA POR BAJA TEMPERATURA CON EL SIMULADOR A 36°C.- Compruebe que después de 15 seg., que se detecta una condición de baja temperatura la máquina entra en estado de alarma prendiendo el elemento generador de calor a máxima capacidad y acompañada de la presencia de una alarma audible. Todos los segmentos del indicador deben estar prendidos.

SUSPENSION DE LA ALARMA.- Genere una condición de alarma por alta o baja temperatura fijando el simulador a un valor de 0.5°C por encima o por debajo de la temperatura deseada, fijada en el interruptor selector de temperatura. Espere 15 seg., hasta que la alarma suene, entonces aplaste el interruptor de RESET por no más de 3 seg., compruebe que la alarma audible deja de trabajar por 15 min. y vuelve a sonar en caso de que la condición que causa la alarma no haya sido corregida.

ALARMA POR MAL FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE TEMPERATURA.- En el simulador, simule una condición de circuito abierto o de cortocircuito para el sensor de Temp. y verifique que la alarma audible suena, el Led indicador correspondiente está intermitente y que no existe generación de calor.

ALARMA POR FALLA DE ALIMENTACION.- Con la unidad en estado de normal operación desconéctela de la fuente de alimentación. Verifique que la alarma audible suena y que el led indicador por falla de alimentación está en estado intermitente.

INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA.- Véase Anexo 1.-

## CALENTADORES POR PRINCIPIO DE RADIACION

## FORMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NUMERO DE INVENTARIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION		
TECNICO		
INSPECCION FISICA		
SWICHES, BOTONES ò DEMÁS ACCESORIOS		
LUZ DE EXAMINACION		
<b>OPERACION MANUAL</b>	<b>VATIOS</b>	
POSICION DEL SWITCH "OFF"		
POSICION DEL SWITCH "BAJA"		
POSICION DEL SWITCH "MEDIA"		
POSICION DEL SWITCH "ALTA"		
<b>OPERACION AUTOMATICA</b>	<b>CONDICION</b>	
EXACTITUD DE LA ESCALA DE TEMPERATURA		
POT DE CONS SIMUL A 37.0 °C		
POT DE CONS SIMUL A 37.5 °C		
POT DE CONS SIMUL A 36.5 °C		
ALARM ALTA TEMP SIMUL 38 °C		
ALARM BAJA TEMP SIMUL 36 °C		
SUSPENSION DE LA ALARMA		
MAL FUNCIONAM SENSOR DE TEMP		
FALLA DE ALIMENTACION		
INSP DE SEG ELECTRICA		

### 3.2. INCUBADORES PARA TRANSPORTACION

FECHA DE INSPECCION.- Escriba dia/mes/año en que se realiza la inspección.

TECNICO.- Escriba sus iniciales.

INSPECCION FISICA.- Chequee que todos los accesos laterales y frontales, estén en perfecta condición física. Que los seguros para sujetar la cubierta contra el armazón del equipo estén firmes y en su sitio respectivo. Compruebe que el funcionamiento normal de la base metálica elevando y bajando el equipo repetidas veces.

CHEQUEO ELECTRICO.- Para realizar estas pruebas es necesario conectar la unidad a una alimentación de 120 VAC a través de un vatímetro y colocar un termómetro de mercurio en el centro de la unidad a una altura de 10 cms. del colchón.

PRENDA LA UNIDAD.- Ponga el interruptor de ENCENDIDO/APAGADO en la posición de ENCENDIDO. Compruebe que el LED indicador de AC esté prendido y que el LED indicador de carga de las baterías también lo esté, en caso de que estas estén descargadas. Caso contrario, este indicador debe estar apagado. Verifique que la luz de examinación funciona y que se encuentra orientada hacia el centro de la cuna.

ENCIENDA EL CONTROLADOR.- Presione el interruptor de encendido del controlador y compruebe que la siguiente secuencia de auto diagnóstico se cumple en 7 segundos:

- a. La pantalla de temperatura muestra 88.8
- b. Los 4 segmentos del indicador visual de calor deben estar prendidos.
- c. Tanto el indicador de falla de alimentación como el modo de operación AC/DC deben estar prendidos.
- d. Los indicadores de alta temperatura, falla del sensor y bajo nivel de la fuente DC deben estar prendidos.
- e. Al final de la secuencia, el usuario debe escuchar el tono de una señal audible. El indicador de alimentación debe permanecer encendido y uno o más de los segmentos del indicador visual de calor debe estar prendido.
- f. El indicador de la temperatura deseada deberá estar prendido y en la pantalla deberá aparecer  $35^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , por aproximadamente 15 segundos que es la temperatura a la cual calentará el incubador. A no ser que, se cambie el valor de la temperatura deseada.

## AJUSTE DE LA TEMPERATURA DESEADA.-

- a. Presione el interruptor selector de temperatura, escuche un sonido corto de la alarma y observe que en la pantalla aparece el valor de temperatura deseada.
- b. Presione el interruptor para elevar la temperatura hasta que esta alcance el valor máximo de 38°C.
- c. Presione el interruptor para bajar la temperatura hasta que esta alcance 34°C.

CONTROL DE TEMPERATURA.- Con todos los accesos cerrados, fije la temperatura deseada a 37°C y permita al incubador alcanzar esa temperatura ello no deberá tomar más allá de 30 minutos cuando la temperatura se halla estabilizado, verifique que el valor de la temperatura mostrado en la pantalla se mantiene dentro de un rango igual a  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  del valor deseado después que se ha alcanzado la temperatura de equilibrio. En esta condición, verifique que la temperatura del termómetro de mercurio corresponde con la temperatura mostrada en la pantalla y que la lectura del vatímetro es de aproximadamente 200 vatios.

PRUEBE LOS DOS MODOS DE OPERACION.- Mientras la unidad está en funcionamiento, desconéctela de la alimentación AC.

Verifique que la unidad continua en operación trabajando con las baterías y que mantiene el valor de temperatura deseada.

FALLA DE ALIMENTACION.- Manteniendo las condiciones anteriores, retire el ensamblaje donde se encuentran las baterías para desconectarlas del equipo. Compruebe que se produce una alarma audible y que el indicador de falla de alimentación está prendido. La alarma debe terminar cuando la fuente de alimentación es reconectada o cuando el interruptor de apagado del controlador es presionado.

ALARMA POR ALTA TEMPERATURA.- Para comprobar ello siga los siguientes pasos:

- a. Presione el interruptor selector de temperatura, el LED indicador debe prenderse seguido de una breve alarma audible. Lo cual indica, que el valor mostrado en la pantalla es el valor de la temperatura deseada.
- b. Dentro de los siguientes 15 segundos, presione y mantenga presionados simultáneamente los interruptores para elevar y bajar la temperatura.
- c. Cuando la pantalla indique 40°C. Afloje los interruptores antes mencionados.

- d. Permita al incubador alcanzar la temperatura deseada.
  
- e. La alarma por alta temperatura debe activarse cuando la temperatura interna del incubador sea de  $39^{\circ}\text{C.} \pm 1^{\circ}\text{C}$  . El Led indicador debe estar intermitente y acompañado de una alarma audible. Además todos los segmentos del indicador de calor deben estar apagados. En esta condición , verifique que la temperatura del termómetro de mercurio corresponde con la temperatura de la pantalla y que la lectura del vatímetro es cero.

INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA.- Véase Anexo 1.-

## INCUBADORES PARA TRANSPORTACION

## FORMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NUMERO DE INVENTARIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION			
TECNICO			
INSPECCION FISICA			
CHEQUEO ELECTRICO			
SWITCH " ON/OFF "			
CONTROLADOR	AUTO-DIAGNOSTICO		
	TEMP. EN LA PANT.		
AJUSTE DE LA TEMPERATURA DESEADA			
CONTROL DE LA TEMPERATURA	TEMP. EN LA PANT.		
	TEMP. EN EL TERMO.		
	VATIOS		
MODO DE OPERACION	ALTERNA		
	BATERIA		
ALARMA POR FALLA DE ALIMENTACION			
ALARMA POR ALTA TEMPERATURA	TEMP. EN LA PANT.		
	TEMP. EN EL TERMO.		
	VATIOS		
INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA			

### 3.3. INCUBADORES

FECHA DE INSPECCION.- Escriba día/mes/año en que se realiza la inspección.

TECNICO.- Escriba sus iniciales.

INSPECCION FISICA.- Observe que todas las partes externas y accesorios no presenten desgastes mecánicos, rajaduras, lastimaduras, etc., que pudieran afectar el funcionamiento normal de la máquina; reemplace - como sea necesario. Cuidadosamente levante la cubierta de plástico y compruebe que ésta puede sostenerse con seguridad por su borde posterior a 45° con respecto al nivel del colchón. Llévela a su posición original. Quite los seguros de la puerta frontal de la cubierta y abra esta totalmente hacia abajo. Compruebe que se mantiene firmemente en su sitio y que funciona normalmente. Llévela a su posición original y ciérrela. Haga lo mismo con todos los otros accesos. Retire el colchón y observe que no existe presencia de mercurio en la cuna, de ser así, retírela y límpiela antes de ponerla en el incubador.

ESTABILIDAD DE LA TEMPERATURA.- Para la realización de las siguientes pruebas es necesario conectar la unidad a una fuente de alimentación de 12 VAC a través de un vatímetro, prenda el equipo. Coloque un

termómetro de mercurio en el centro del incubador a una altura de 10 cms., del colchón y tenga a la mano un simulador. Ambos con escala en °C.

AIR CURTAIN COVER.- Consiste en el chequeo del dispositivo mecánico que hace posible el cambio del sentido de circulación de una parte del flujo de aire caliente en el interior del incubador. Para ello abra la puerta anterior, introduzca la mano y sienta la corriente de aire caliente que por allí circula "aislando termicamente" el interior del incubador del mundo externo. Observe que el termómetro de mercurio no registre cambios bruscos de temperatura.

MINIMO CONSUMO DE POTENCIA(MODO MANUAL).- Seleccione el modo de operación manual. Fije 36°C en el interruptor selector de temperatura. Conecte el simulador al conector AUXILIARY AIR PROBE y fijelo a 36.5°C. observe que la lectura en el vatímetro esté alrededor de 25(W).

MAXIMO CONSUMO DE POTENCIA (MODO MANUAL).- Seleccione 35.5 °C en el simulador y observe que la lectura en el vatímetro sea aproximadamente de 400 (W).

MINIMO CONSUMO DE POTENCIA (MODO AUTOMATICO).- Seleccione el modo de operación automático. Fije 36°C en el interruptor selector de temperatura. Conecte el simulador al

conector PATIENT PROBE y fijelo a 36.5°C. Observe que la lectura del vatímetro sea aproximadamente de 25 (W).

MAXIMO CONSUMO DE POTENCIA(MODO AUTOMATICO).- Seleccione 35.5 °C en el simulador. Observe que la lectura del vatímetro sea aproximadamente 400 (W).

MAX WATT PULSE DURACION.- Verifique que la aguja indicadora - del vatímetro muestra que el elemento calentador prende y apaga cada 4 segundos aproximadamente.

REVOLUCIONES DEL MOTOR(IMPELLER).- Con un tacómetro compruebe que la velocidad del motor es de aproximadamente 2500 Rev/min.

#### PRUEBA DE TEMPERATURA EN MODO AUTOMATICO

MAXIMA TEMPERATURA DE LA PANTALLA.- Fije 37.0°C en el interruptor selector de temperatura. Seleccione 36°C en el simulador y conéctelo al conector PATIENT PROBE. Compruebe que la temperatura interna del equipo alcanza un valor de 38.5°C., la misma que es mostrada en la pantalla que indica la temperatura del aire.

MAXIMA TEMPERATURA EN EL TERMOMETRO DE MERCURIO.- Con el termómetro de mercurio verifique que la temperatura interna del

equipo se mantiene en el rango de  $38.5 \pm 0.5$  °C.

MAXIMA TEMPERATURA DE ESTABILIDAD.- Compruebe que el circuito de control, mantiene al elemento generador de calor prendido y apagado por pequeños intervalos de tiempo, de tal forma que mantiene la temperatura interna fluctuando alrededor del valor de máxima temperatura alcanzada.

ALARMA POR DESVIACION DE TEMPERATURA.- Para realizar esta prueba fije los interruptores selectores de temperatura ,manual y automático a 36°C para escoger los valores de temperatura en el simulador refierase a la tabla de especificaciones.

MODO AUTOMATICO.- En el simulador escoja los valores apropiados de temperatura por sobre y debajo del rango normal de operación alrededor del set point. Verifique el funcionamiento normal de la alarma y del interruptor de Reset.

Espere 15 minutos y verifique que la alarma vuelve a sonar. Debido a que la condición que la provocó, no ha sido corregida.

MODO MANUAL.- Seleccione el modo manual de operación y fije en el simulador los valores de temperatura por sobre y deba

jo del rango normal de operación alrededor del set point. Verifique el funcionamiento normal de la alarma y del interruptor de reset.

Espere 15 minutos y verifique que la alarma vuelve a sonar. Debido a que la condición que la provocó, no ha sido corregida.



MODO MANUAL.- Seleccione el modo manual de operación y fije en el simulador los valores de temperatura por sobre y debajo del rango normal de operación alrededor del set point. Verifique el funcionamiento normal de la alarma y del interruptor de reset .

Espere 15 minutos y verifique que la alarma vuelve a sonar . Debido a que la condición que la provocó no ha sido corregida.



#### ALARMA POR ALTA TEMPERATURA (MODO MANUAL)

ALTA TEMPERATURA EN LA PANTALLA.- Fije 37.0°C en el interruptor selector de temperatura. Seleccione 36°C en el simulador y conéctelo a el conector AUXILIARY AIR PROBE. Verifique que cuando la lectura en la pantalla que muestra la temperatura - del aire sea de 40°C, el equipo entra en condición de alar-

ma.

ALTA TEMPERATURA EN EL TERMOMETRO DE MERCURIO.- Compruebe que la temperatura del termómetro de mercurio coincide con la lectura mostrada en la pantalla que indica la temperatura del aire.

INDICADOR DE CALOR.- En esta condición de alarma los cuatro segmentos del indicador de calor deben estar apagados.

TOLERANCIA DE LA PANTALLA.-

MODO AUTOMATICO.- En el simulador seleccione las siguientes temperaturas: 34°C, 36°C y 37.9°C, para todos estos valores la temperatura de la pantalla debe tener una exactitud de  $\pm 0.1$  °C.

MODO MANUAL.- En el simulador seleccione las siguientes temperaturas: 20°C, 30°C, y 38.4°C., en la pantalla respectiva verifique que la exactitud de la lectura sea de  $\pm 0.1$  C.

ALARMA POR FALLA DE ALIMENTACION.- Con la unidad prendida, desconecte el enchufe de la alimentación AC. Verifique que la alarma audible suena y Led indicador correspondiente esta intermitente.

INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA.- Véase Anexo I.-

## INCUBADORES

## FORMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NUMERO DE INVENTARIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION			
TECNICO			
INSPECCION FISICA			
<b>ESTABILIDAD DE LA TEMP</b>			
AIR CURTAIN COVER			
MIN. POT. MODO MANUAL			
MAX. POT. MODO MANUAL			
MIN. POT. MODO AUTO.			
MAX. POT. MODO AUTO.			
MAX. WATT PULSE DURA.			
REVOLUCIONES DEL MOTOR			
<b>PRUEBA DE TEMPERATURA</b>			
MAX. TEMP. DE LA PANT.			
MAX. TEMP. DEL TERMO.			
MAX. TEMP. DE ESTABIL.			
<b>DESVIA. DE TEMPERATURA</b>			
MODO AUTOMATICO			
MODO MANUAL			
<b>ALARMA POR ALTA TEMP</b>			
ALTA TEMP. EN LA PANT.			
ALTA TEMP. EN EL TERMO.			
INDICADOR DE CALOR			

## TOLERA. DE LA PANTALLA

MODO AUTOMATICO			
MODO MANUAL			
FALLA DE ALIMENTACION			
INSP. DE SEG. ELECTRICA			

### 3.4. BOMBA DE INFUSION

FECHA DE INSPECCION.- Escriba día/mes/año en que se realiza la inspección.

TECNICO.- Escriba sus iniciales.

INSPECCION FISICA.- Observe si la cubierta se encuentra en buenas condiciones y que no existan bordes - cortantes que pudiesen afectar la integridad física del personal que lo atiende. Reemplace de acuerdo a las necesidades.-

INDICADOR AC y DC.- Compruebe que cuando la bomba está conectada a una salida AC, tanto la pantalla numérica como la alfanumérica están prendidas constantemente, lo que no sucede cuando el equipo trabaja con la batería, en cuyo caso las pantallas operan intermitentemente. Compruebe que el led indicador de energía AC ó DC está prendido permanentemente en el respectivo modo de operación.

SENSOR DE GOTAS.- Eije el flujo de infusión a 99.9ml/hora y el volumen a ser infundido a un valor 50 ml . Ponga el detector alrededor del DRIP CHAMBER e inicie la infusión. Permita a la bomba operar por 3 ó 5 minutos. Entonces retire el sensor del RECIPIENTE DE GOTAS y verifique que en los próximos 30 seg. la bomba entra en condición de alarma.

#### CONDICION PARA LAS PRUEBAS DE PRESION E INFUSION

Carge el tubo de infusión a la bomba y conecte su salida a la entrada de una válvula de tres vías. A una de sus dos salidas conecte un tubo de ensayo con escala en ML y a la otra un manómetro con escala en Lbs/Pulg<sup>2</sup>

#### ALARMA POR AUMENTO DE PRESION EN EL TUBO DE INFUSION

Ponga la válvula en una posición tal que sólo permita el paso del líquido hacia el manómetro. Fije el flujo de infusión a 99.9 ML/HR., el volumen de líquido que se va a infundir a 200 ML. Inicie la infusión y verifique que cuando se alcanza una presión de 10Lbs/Pulg<sup>2</sup> el equipo entra en condición de alarma.

#### PRUEBA DEL VOLUMEN DE INFUSION

Fije la válvula de tal forma que permita el paso del líquido hacia el tubo de ensayo y desarrolle el siguiente procedimiento:

- a. Abra momentáneamente la puerta de la bomba y permita la libre infusión hasta que el líquido alcance el nivel cero en la escala del tubo de ensayo.

- b. Cierre la puerta de la bomba.
- c. Fije el flujo de infusión a un valor de 99.9 Ml/Hr.
- d. Fije el volumen a ser infundido a un valor de 25 Ml.
- e. Tome un cronómetro, inicie la infusión al mismo tiempo - que contabiliza 15 minutos.

Una vez que ha transcurrido este tiempo, verifique que el volumen infundido es igual al volumen a ser infundido  $\pm 2\%$  y que la máquina entra en el modo KVO.

Evacue el líquido del tubo de ensayo y repita este proceso para un flujo de 50 Ml/Hr. y un volumen a ser infundido de 12.5 Ml.

#### CHEQUEO DEL ESTADO DE LA BATERIA

Verifique que desde su fecha de instalación no ha transcurrido más de 2 1/2 años.

En caso de ser diferente, reemplácela. Sino, fije el flujo de infusión a 99.9 Ml/Hr., el volumen a ser infundido a 300 Ml., compruebe que la bomba opera ininterrumpidamente por 3 Horas.

INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA

Veáse Anexo I.-

## BOMBA DE INFUSION

## FORMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NUMERO DE INVENTARIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION			
TECNICO			
INSPECCION FISICA			
INDICADOR AC Y DC			
SENSOR DE GOTAS			
ALARMA POR AUMENTO DE PRESION			
	FLUJO	VOLUMEN	VOLUMEN
PRUEBA DEL VOLUMEN DE INFUSION	99.9 ML/HR		
	50.0 ML/HR		
ESTADO DE LA BATERIA			
INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA			

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente Informe Técnico tiene la finalidad de brindarle a los Ingenieros Electrónicos y en especial a los profesionales - que se desenvuelven en el área de la Electrónica Médica, la oportunidad de acercarse al área de Cuidados Intensivos para recién nacidos y ayudarle de una manera general en la visualización de los diferentes factores técnicos que están relacionados a esta área y de una forma particular en el enfoque de uno de los puntos más delicados como son los equipos controladores de temperatura y bombas de infusión.

Por tratarse de equipos médicos considerados de alto riesgo o críticos y en vista de la peligrosidad que representa una falla en su operación que podría acarrear con la pérdida de una vida, lleva a la necesidad de establecer un aspecto tanto legal como técnico que garantice condiciones mínimas de riesgo bajo las cuales éstas máquinas puedan ser puestas en operación.

El aspecto legal abarca la responsabilidad individual del cuidado y control del funcionamiento normal de los equipos médicos; la misma que, en términos de instituciones médicas, representa la

necesidad de crear, ejecutar y controlar periódicamente el mantenimiento que garantice que los equipos se encuentren en condiciones seguras de operación.

En términos de los profesionales que ejercen Electrónica Médica, representa actuar de una manera responsable dando un buen servicio a los equipos, tratando de minimizar los riesgos que para el paciente representa el uso de los mismos, de tal forma que, enmarcados dentro de un aspecto legal y de una manera conjunta entre instituciones y profesionales se evite la pérdida de una vida humana debido al desconocimiento y/o negligencia.

El aspecto técnico consiste básicamente en la generación de diferentes tipos de programas tales como: Programas de Mantenimiento Preventivo (MP), Programas de Mantenimiento Correctivo (MC), Programas de Inspección de Seguridad Eléctrica (ISE), Programas de Entrenamiento para el personal de Tecnólogos Médicos que operan los equipos, etc., así como también, la Asesoría y asistencia técnica a las diferentes Unidades Médicas que usan los equipos.

Los programas de mantenimiento preventivo sirven para verificar que el instrumento funcione dentro de los rangos especificados por el fabricante, para el reemplazo periódico de los elementos o componentes a los cuales se les vence el tiempo límite de vida útil de servicio, para el ajuste periódico de los valores límites de las variables que son controladas por el equipo, etc. Es

tos programas son diferentes para cada tipo de máquina y se los realiza a distintos intervalos de tiempo.

Los programas de mantenimiento correctivo incluyen el reemplazo de partes defectuosas y/o el desarrollo de procedimientos completos de calibración. Programas que se realizan paralelamente con los programas de mantenimiento preventivo, pero que no necesariamente se ejecutan al mismo tiempo y que en casos particulares se realizan de acuerdo a las necesidades inmediatas.

Los programas de inspección de seguridad eléctrica que sirven para verificar que las corrientes de fuga no excedan los valores máximos permisibles, que estas no sobrepasen los valores de umbral, en los cuales son peligrosos para la salud de quien recibe una descarga eléctrica. Valores de fuga tales como, Chassis To Ground, Between Conductive Surfaces, Lead to Leads, etc., son chequeados durante la prueba de ISE, las cuales se realizan a intervalos diferentes para cada máquina, pero que además, forma parte de los programas de MP y de MC.

Por tratarse de vidas humanas y por lo delicado y crítico que son los equipos que se utilizan para los distintos tratamientos médicos. Se llega a la conclusión de que en nuestro medio se hace cada día más urgente la necesidad de crear un organismo legal y técnico que dicte regulaciones para el Area Médica, tanto de carácter ope

racional como técnica, para controlar el uso y las condiciones en que estos equipos deben ser utilizados.

Por esta razón se recomienda que ante esta realidad y como una aportación de la ESPOL para la comunidad en la que se desenvuelve cree a través de la respectiva Unidad Académica un organismo técnico en el que podrían participar profesores, ayudantes académicos y estudiantes interesados en el área biomédica.

Este organismo tendría como objeto establecer criterios técnicos que sirvan de base para el desarrollo de los Programas de Mantenimiento Preventivo, Correctivo y de Seguridad Eléctrica, siendo una de sus tareas el establecer las pruebas eléctricas o mecánicas a realizarse en cada uno de estos equipos. Determinar los intervalos en los cuales deben realizarse estos programas de mantenimiento. En el caso particular del programa de Seguridad Eléctrica, y debido a que no existe un criterio técnico único sino un standar de valores máximos permitidos, escoger los valores máximos permisibles para las corrientes de fuga de acuerdo a las necesidades del medio.

Este organismo podría a su vez establecer contacto con organizaciones en el extranjero como son hospitales, asociaciones profesionales, universidades, etc., con el objeto de recopilar información a ser usada como soporte técnico.

Esto daría la oportunidad a la ESPOL de que sus estudiantes puedan participar activamente en la solución de un problema teórico -práctico lo que ayudaría a la formación profesional de los mismos.

A N E X O S

## ANEXO I

### INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA

FECHA DE INSPECCION.- Escriba dia/mes/año, en que se realiza la inspección.

TECNICO.- Escriba sus iniciales.

INSPECCION FISICA.- Es la verificación de la integridad física - del cable de alimentación AC. Observe que no existan cortes, las timaduras, partiduras,...,etc., en el recubrimiento del cable - que expongan los alambres conductores a el contacto con el - usuario. Verifique que el enchufe sea del tipo HOSPITAL GRADE , que no esté rajado o partido y que sus terminales no estén doblados o deteriorados por el uso. Reemplace de acuerdo a las necesidades.

CHEQUEO ELECTRICO.- Para realizar estas pruebas es necesario conectar la unidad a una alimentación alterna de 120 VAC. Así como también, la utilización de dos puntas de pruebas, una positiva y una negativa, conectadas en la parte posterior del equipo en sus respectivos conectores denominados "PROBES". Ver figura N<sup>o</sup> A.1.

LINE POLARITY AND GROUND.- Conecte el equipo al cual se le va a ser la prueba de seguridad eléctrica (Unit Under Test, UUT) a la salida AC del analizador eléctrico, tal como se aprecia en la figura N°5, ponga el POLARITY SWITCH, en la posición OFF y presione el botón "LINE TEST". En esta posición lea el voltaje de línea en la pantalla del analizador y compruebe que está entre los límites establecidos.

RESISTANCE.- Aplaste el botón "RES" y conecte la punta de prueba a una parte metálica de la cubierta. Mueva el cable a la salida del enchufe y a la entrada del equipo. Mientras hace esto observe que la lectura en la pantalla del analizador no cambia y es menor a 0.15 ohmios.

INSULATION.- Observe que el Led indicador "POOR INSUL" este apagado. Esto indica que la resistencia entre la línea de alimentación y ground es mayor a 1 megaohmio  $\pm 1.5\%$ .

LEAKAGE CURRENT: CASE TO GROUND.-

a. NORMAL POLARITY.- Ponga el interruptor de polaridad en la posición NORMAL. Aplaste el interruptor CASE TO GROUND. Prenda la UUT. Verifique que la lectura en la pantalla del analizador es menor que 100uA.

Apague la UUT. Verifique que la lectura en la pantalla del analizador es menor que 100uA.

b. REVERSE POLARITY.- Ponga el interruptor de polaridad en la posición Reverse.

Con la unidad apagada, verifique que la lectura en la pantalla del analizador es menor que 100uA.

Prenda la UUT. Verifique que la lectura en la pantalla del analizador es menor que 100uA.

#### LEAKAGE CURRENT BETWEEN CONDUCTIVE SURFACES

- NORMAL POLARITY.- Ponga el interruptor de polaridad en la posición NORMAL.- Aplaste el interruptor PROBES EXT.

Prenda la UUT. Conecte la punta de prueba positiva a el case de la unidad y la punta de prueba negativa a cualquier otra superficie conductora (generalmente Ground). Verifique que la lectura en la pantalla del analizador es menor que 100 uA.

Apague la UUT. Verifique que la lectura en la pantalla del analizador es menor que 100 uA.

## INSPECCION DE SEGURIDAD ELECTRICA

## FORMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

NUMERO DE INVENTARIO: \_\_\_\_\_

FECHA DE INSPECCION			
TECNICO		ACCEPTABLE	
INSPECCION FISICA		LIMITS	
LINE POLARITY AND GROUND			
RESISTANCE: PLUG U-BLADE TO GROUND		< 0.15 OHM	
INSULATION: HOT/NEUTRAL TO GROUND		> 0.5 MOHM	
LEAKAGE CURRENT: CASE TO GROUND	NORMAL	POWER ON	< 100 uA
	POLARITY	POWER OFF	< 100 uA
	REVERSE	POWER OFF	< 100 uA
	POLARITY	POWER ON	< 100 uA
LEAKAGE CURRENT BETWEEN CONDUCTIVE SURFACES	NORMAL	POWER ON	< 100 uA
	POLARITY	POWER OFF	< 100 uA

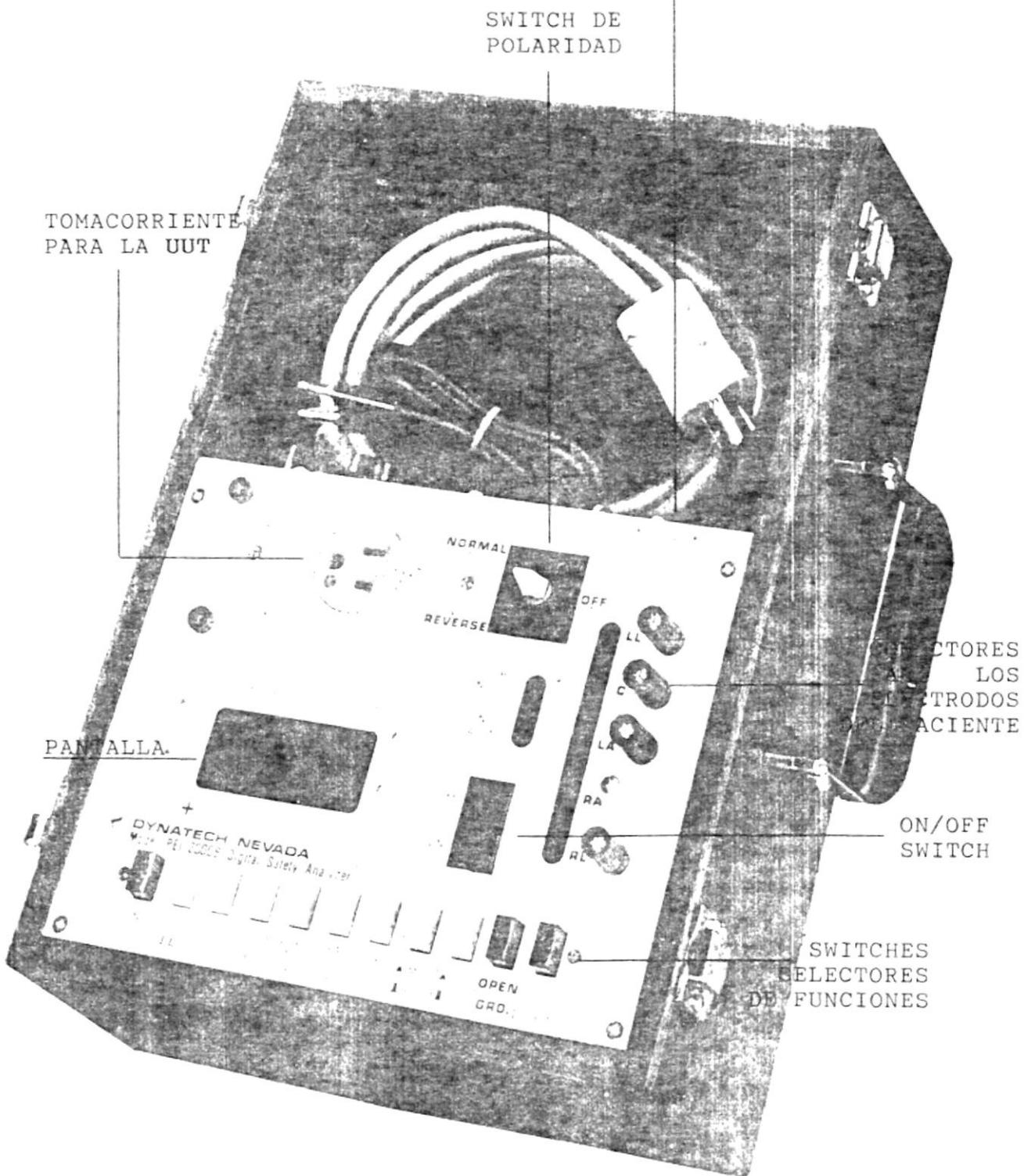


Fig. A.1 ANALIZADOR ELECTRICO

## ANEXO II

IMPORTANCIA DEL INGENIERO ELECTRICO EN EL AREA DE NICU.

## LA IMPORTANCIA DEL INGENIERO ELECTRICO EN EL AREA DE NICU

Es de conocimiento público que durante los últimos años la ciencia de la medicina ha experimentado un rápido avance , lo que ha traído como consecuencia la expansión de su área de acción. Esto ha generado la necesidad de crear diferentes especializaciones que atiendan más de cerca y apropiadamente cada área.

Todos estos cambios han dado lugar al advenimiento y creación de nuevos, variados y sofisticados equipos médicos , los cuales han hecho posible la detección de las enfermedades, el seguimiento de las mismas a través de la determinación de los valores de las variables que rigen un proceso fisiológico y el suministro de medicamentos en proporciones exactas, que han dado confianza y seguridad a cada uno de estos tratamientos.

Inmerso dentro de la amplitud de este aspecto social y técnico, se encuentra el desenvolvimiento del Ingeniero Electrónico en Biomédica. Colaborando directamente con la Unidad Médica respectiva en la Asistencia Técnica de la comprensión de las variables que están relacionadas en la utilización de los equipos. En el asesoramiento técnico para la adquisición de nuevos equipos que satisfagan las



necesidades de la unidad y que cumplan con los criterios de 15 años de experiencia y colaboración, que han servido para aumentar la eficiencia y seguridad del equipo - que se utiliza en cada una de estas áreas.

Por esta razón, y para prestar mejor atención, la Ingeniería Biomédica como una rama de la Ingeniería Electrónica se la ha dividido en algunas especializaciones, las que por su relación en cuanto a su aplicación se las ha clasificado de la siguiente forma:

- a. Tecnología en biomédica
- b. Radiología
- c. Laboratorio clínico; y,
- d. Ingeniería Clínica.

Dentro de este amplio campo de la medicina en sus diversas y variadas aplicaciones encontramos el área de cuidados intensivos para recién nacidos.

Esta área atiende niños prematuros, los cuales presentan condiciones de salud de alto riesgo, en las cuales la vida de un niño depende de una atención rápida y eficaz. Para ello se dispone de un sinnúmero de equipos tales como calentadores por radiación, incubadores, unidades de fo

toterapia, bombas de infusión, máquinas para tomar electrocardiogramas, respiradores, medidores de presión, termómetros, balanzas electrónicas, pulseoxímetros, ..., etc. los cuales hacen posible el tratamiento y la continuación de la vida del paciente.

Con el propósito no sólo técnico sino también humano y social, de colaborar en el cuidado de la salud de una persona se elaboran programas de mantenimiento para todos los equipos independientes del modelo de cada uno de ellos. Programas que se los desarrolla con el objeto de minimizar el riesgo de que el equipo falle durante su utilización en el tratamiento y evitar las consecuencias que ello podría representar a la salud del paciente a su vez, con la finalidad de prolongar la vida útil de la máquina evitando que ésta llegue a un estado defectuoso que acorte su vida de servicio y aumente el costo de reparación.

Estos programas de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, demandan la participación de un personal altamente preparado, con suficiente conocimiento para interpretar esta variadísima información técnica para la reparación del instrumento y su aplicación dentro del campo de la medicina.

Todo lo expuesto anteriormente induce a reflexionar en la creciente necesidad de la presencia del ingeniero electrónico en biomédica dentro del área de NICU.

## BIBLIOGRAFIA

1. AIR SHIELDS VICKERS  
TECHNICAL SERVICE MANUAL  
RADIANT WARMER MODELO PM78-1 y PM78-2  
FECHA DE IMPRESION 3/86.
2. AIR SHIELDS VICKERS  
TECHNICAL SERVICE MANUAL  
TRANSPORT INCUBATOR MODELO TI100-1 Y TI100-1E  
FECHA DE IMPRESION 9/89.
3. AIR SHIELDS VICKERS  
TECHNICAL SERVICE MANUAL  
INFANT INCUBATOR MODELO C-86 Y C100  
FECHA DE IMPRESION 11/87.
4. IVAC CORPORATION  
TECHNICAL SERVICE MANUAL  
VARIABLE PRESSURE VOLUMETRIC PUMPS  
MODELO 560 SERIES 560/561, 565/566, 560M/561M  
FECHA DE IMPRESION 2/86

5. DYNATECH NEVADA

TECHNICAL SERVICE MANUAL

DIGITAL SAFETY ANALYZER MODELO PEI 2000B

FECHA DE IMPRESION 5/88

6. THE ART OF ELECTRONICS

AUTORES: HOROWITZ Y HILL

IMPRESO POR SCIENCE PRESS, INC.

EPHRATA, PENNSYLVANIA. USA.

FECHA DE IMPRESION : 1984.



A.F. 142033