



INFORME PARA OBTENER TITULO PROFESIONAL  
MODALIDAD DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

TITULO:

**REDISEÑO ELECTRÓNICO DE EQUIPOS BIOMEDICOS:**

- **Centrífuga de tubos para análisis de sangre y orina.**
- **Incubadora Neonatal para soporte de vida.**

NOMBRE : **Bachiller Raúl Ángel Bueno Ponce.**

FACULTAD : **Ingeniería Eléctrica y Electrónica.**

ESCUELA : **Ingeniería Electrónica.**

CÓDIGO : **950527-I**

**Noviembre 2009 – Bellavista**

**Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**  
**Escuela de Ingeniería Electrónica**  
**Especialidad de Biomédica**

TITULO:

**REDISEÑO ELECTRÓNICO DE EQUIPOS BIOMEDICOS:**

- **Centrífuga de tubos para análisis de sangre y orina.**
- **Incubadora Neonatal para soporte de vida.**

Responsable

Nombre : **Raúl Ángel Bueno Ponce.**

Grado : **Bachiller en Ingeniería Electrónica.**

Cargo : **Responsable del Área de Servicio Técnico de  
la empresa Ventymont S.A.C.**

Código : **950527-I**

Asesor del Informe

Nombre : **Benites Saravia, Nicanor Raúl.**

Grado : **Ingeniero.**



Agradecimiento especial a mi profesor tutor, por su tiempo empleado en dirigir por el camino correcto en el desarrollo del presente informe

Con mucho agradecimiento, admiración y amor a mis padres. Todo lo logrado hasta este momento es fruto de sus enseñanzas.

Han pasado ya muchos años de mi independencia como persona y aún sigo aprendiendo día con día de ellos.

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>8</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>14</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
3.1 MARCO TEÓRICO PARA LA CENTRÍFUGA. ....	14
3.1.1 CONCEPTO DE CENTRIFUGACIÓN. ....	14
3.1.2 CONCEPTO DE SEDIMENTACIÓN.....	15
3.1.3 LA CENTRÍFUGA. ....	20
3.1.3.1 TIPOS DE CENTRÍFUGAS. ....	21
3.1.3.2 ROTOR DE LA CENTRÍFUGA.....	22
3.1.4 El MICRO CONTROLADOR PIC 16F84.....	23
3.1.4.1 ORIGEN DEL MICRO CONTROLADOR. ....	23
3.1.4.2 ¿QUÉ ES EL MICRO CONTROLADOR?.....	24
3.1.4.3 ARQUITECTURA INTERNA DEL MICRO CONTROLADOR PIC16F84. ....	24
3.1.4.4 PROGRAMACIÓN DEL PIC16F84.....	33
3.1.5 EL TRIAC – CONTROL DE POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA.....	35
3.1.6 EL OPTOACLOPLADOR.....	38
3.2 MARCO TEÓRICO PARA LA INCUBADORA NEONATAL. ....	40
3.2.1 IMPORTANCIA DE LA INCUBADORA NEONATAL. ....	40
3.2.2 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DEL NEONATO. ....	40
3.2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS NEONATOS.....	41
3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA INCUBADORA NEONATAL.....	42

3.2.3.1 PARTES DE LA INCUBADORA. ....	42
3.2.4 <i>PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LA INCUBADORA NEONATAL.</i> .....	44
3.2.5 <i>TIPOS DE INCUBADORAS.</i> .....	47
3.2.5.1 INCUBADORAS DEL TIPO ESTACIONARIO. ....	49
3.2.5.2 INCUBADORAS DEL TIPO PARA TRASLADO. ....	49
3.2.5.3 CLASIFICACIÓN DE INCUBADORAS NEONATALES POR EL USO. ....	50
3.2.6 <i>CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO – PID.</i> .....	51
3.2.6.1 SIGNIFICADO DE LAS CONSTANTES DEL PID. ....	51
3.2.6.2 AJUSTE DE LOS PARÁMETROS DEL PID .....	52
3.2.6.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL POR PID. ....	54
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>57</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>57</b>
4.1 MATERIALES Y MÉTODOS PARA CENTRIFUGA DE TUBOS. ....	57
4.1.1 <i>MATERIALES Y COMPONENTES PARA REDISEÑO DE LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.</i> .....	57
4.1.2 <i>DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CENTRÍFUGA A TUBOS.</i> .....	59
4.1.3 <i>EJECUCIÓN DEL REDISEÑO DE LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.</i> .....	63
4.1.4 <i>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL REDISEÑO DE EQUIPO.</i> .....	65
4.1.5 <i>DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DE VELOCIDAD.</i> .....	69
4.1.6 <i>DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DEL CONTROL DE VELOCIDAD.</i> .....	100
4.1.7 <i>DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DEL CONTROL DE TIEMPO.</i> .....	103
4.1.8 <i>DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL CONTROL DE TIEMPO.</i> .....	122
4.1.9 <i>TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.</i> .....	124
4.2 MATERIALES Y METODOS PARA INCUBADORA NEONATAL. ....	126
4.2.1 <i>MATERIALES Y COMPONENTES PARA REDISEÑO DE INCUBADORA NEONATAL.</i> .....	126
4.2.2 <i>DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CENTRÍFUGA A TUBOS.</i> .....	126
4.2.3 <i>EJECUCIÓN DEL REDISEÑO DE LA INCUBADORA NEONATAL.</i> .....	128
4.2.4 <i>DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL REDISEÑO DEL EQUIPO.</i> .....	129

4.2.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA.....	134
4.2.6 DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA. ...	140
4.2.7 TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA INCUBADORA NEONATAL. ....	141
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>146</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>146</b>
5.1 RESULTADOS PARA LA CENTRÍFUGA DE TUBOS .....	146
5.1.1 COMPARACIÓN DE COSTOS .....	147
5.2 RESULTADOS PARA LA INCUBADORA NEONATAL. ....	150
5.2.1 COMPARACIÓN DE COSTOS .....	151
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>155</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>155</b>
6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA CENTRÍFUGA DE TUBOS. ....	155
6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INCUBADORA NEONATAL.....	156
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>158</b>
<b>TRABAJOS SIMILARES PUBLICADOS. ....</b>	<b>158</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>162</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>165</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>169</b>

## **RESUMEN**

Tanto en hospitales nacionales, postas médicas y clínicas privadas el uso de equipos biomédicos para la atención médica a los pacientes es muy frecuente. Dos tipos de equipos biomédicos son la incubadora neonatal y la centrífuga de tubos.

La primera tiene la función de brindar soporte de vida a recién nacidos o también llamados neonatos, pues en ocasiones los neonatos nacen con alguna deficiencia o no desarrollan órganos internos por completo, entonces la incubadora neonatal simula el ambiente de gestación hasta que este sea capaz de interactuar por si solo con el medio ambiente que lo rodea.

Debido a la necesidad de realizar análisis de sangre y orina para que los médicos cuenten con una herramienta más para diagnosticar diversas enfermedades, es necesario utilizar la centrífuga de tubos y hematocrito.

La vida útil de un equipo con un buen programa de mantenimiento preventivo es aproximada a 10 años. Pero lamentablemente en el Perú la cultura de este tipo de programas es poca difundida y los equipos son utilizados al límite hasta que queden inoperativas u obsoletos. Luego será necesaria la adquisición de nuevos equipos para reemplazarlos. En dependencia estatales la situación de adquisición de nuevos equipos es por licitaciones nacionales o internacionales, el cual puede llevarse a cabo en plazos de hasta un año.



El trabajo realizado en el informe es el rediseño electrónico de equipos biomédicos obsoletos o inoperativos para solucionar este tipo de problemas e inconvenientes.

Para el rediseño de la centrífuga de tubos se trabajó el micro controlador de la marca Microchip modelo PIC16F84. Se utilizó dos micro-controladores uno llamado MASTER el cual tiene las funciones de recibir la configuración de velocidad, sensar la velocidad de giro, control de disparo del triac (para el suministrar la energía al motor y así controlar la velocidad de giro). Y un segundo PIC tiene las funciones de recibir la configuración de tiempo de funcionamiento del equipo para luego ejecutar el conteo regresivo.

Para el rediseño de la incubadora se utilizó el controlador de procedencia coreana de marca Autonics modelo TZ4M, su uso es frecuente en la industria peruana de control de procesos. Para lograr un óptimo control de temperatura se trabajó con el control en PID, ya que el correcto y preciso control de la incubadora determinará el éxito de supervivencia del neonato prematuro.

Después de realizados los trabajo de rediseño y calibración de los equipos, se realizó medidas de variables de control.

Para el caso de la centrífuga de tubos se tomaron medidas de velocidad con un instrumento externo llamado tacómetro digital el cual arrojó medidas cercanas a las registradas por el PIC16F84. Como segundo paso de verificación, se tomó muestras de sangre y orina del un mismo paciente y se centrifugó en el equipo rediseñado y una centrífuga perteneciente al hospital, ambos análisis concluyeron lo mismo. Este test se repitió durante todo un día de servicio del área laboratorio comprobándose el correcto funcionamiento del equipo.

Para el caso de la incubadora, se realizó la verificación de control de temperatura con un registrador de temperatura digital de 6 canales, cuyo monitoreo fue de 24 horas de continuo funcionamiento, arrojando como resultado un fino control de temperatura. La prueba definitiva se realizó con un neonato prematuro, monitoreada constantemente en forma visual por una enfermera del servicio de neonatología. En un par de semanas el neonato fue capaz por sí solo de interactuar con el medio ambiente, listo para irse a casa con su familia.

Dos motivos se tienen al desarrollar este tipo de trabajos en nuestra realidad nacional.

El Primero que el estado peruano y clínica pueden ahorrar en la adquisición equipos.

El segundo motivo es convencer a los profesionales y futuros profesionales involucrados en la ingeniería biomédica que no estamos lejos de desarrollar industrias de fabricación de equipos biomédicos en Perú, así como ya tienen Brasil, Argentina y Chile, Tenemos el conocimiento, tenemos las habilidades, solo falta la firme voluntad de imitar, mejorar y superar la tecnología que vemos día a día.

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente informe está basado en equipos biomédicos utilizados para el diagnóstico y soporte de vida.

1.- Para el caso de diagnóstico trabajé con el equipo llamado “Centrífuga de tubos”.

Este equipo es utilizado en los laboratorios de las diferentes clínicas, hospitales, postas y centros médicos. El modo de operar del equipo es que una vez tomado la muestra de sangre del paciente, la sangre es almacenada en tubos de vidrio y estos son colocados en la máquina para que la sangre sea centrifugada, logrando así separar los corpúsculos celulares (glóbulos blancos, rojos y plaquetas), el plasma, para su posterior análisis e interpretación por el personal de salud.

2.- Para el caso de soporte de vida, trabajé con el equipo llamado “incubadora neonatal”. Este equipo es utilizado exclusivamente para bebés que han nacido de manera prematura. El modo de operar es que una vez que el neonato está dentro de la incubadora, la máquina proporciona temperatura y humedad similar al vientre materno para continuar con el desarrollo del neonato hasta que este sea capaz de interactuar con el medio ambiente por sí solo.

En la realidad peruana debido a la falta de una política en cuanto a la planificación de los mantenimientos preventivos tanto equipos biomédicos y de laboratorio, y el uso de los equipos para funciones diferentes a las que han sido diseñados o construidos por el fabricante, hacen que estos queden en corto plazo semi-operativos (estén operativos solo algunas funciones o son reparados artesanalmente sin ningún control de calidad en su reparación) o inoperativos. En el caso de encontrarse el equipo en estado semi-operativo, estos aún son utilizados llegando a poner en riesgo la salud de la población.

Debido al alto costo de equipos biomédicos que son adquiridos por el Estado Peruano para poner al servicio de diagnóstico y cuidados de la población. Y que una vez que estos entren en estado inoperativo u obsoleto, el estado para realizar una nueva adquisición lo realiza por proceso de licitaciones que tienen un periodo de aproximadamente un año (desde la presentación de bases, dar la buena pro a la empresa que provee el equipo y que el usuario lo reciba y utilice). La otra forma que el estado adquiera un equipo nuevo es por medio recursos propios generados por la misma entidad de salud. El tiempo estimado de adquisición en esta forma dependerá del flujo de entrada en caja del hospital y el costo del equipo. Si comparamos los precios de equipos nuevos frente a los costos de rediseño electrónico observaremos que existe una marcada proporción.

El aporte científico y tecnológico de los trabajos de rediseño en equipos biomédicos es dar a conocer a estudiantes, catedráticos y profesionales de qué manera

se integran todos los conocimientos teóricos y experimentos en laboratorio impartidas en la universidad para llegar a comprender el funcionamiento de un equipo y poder rediseñar con las herramientas y repuestos existentes en el mercado nacional.

# CAPÍTULO 2

## OBJETIVOS

## **CAPÍTULO 2**

### **OBJETIVOS**

1. En cuanto al objetivo de ingeniería del rediseño de los equipos biomédicos, es demostrar que contando con los recursos humanos (formación teórica/práctica en las aulas universitarias y la experiencia profesional) y materiales existentes en el mercado local (controladores de temperatura industriales, micro controladores comerciales de fácil programación) tendremos la capacidad de personalizar los menú de programación para el usuario según su modo de trabajo y realizar la renovación tecnológica sin la necesidad de adquirir nuevos equipos.
2. En cuanto al objetivo económico, es dar a conocer a clínicas (instituciones privadas), hospitales y centros de salud (administrados y financiados por el estado peruano), que es posible una actualización tecnológica con el rediseño electrónico de sus equipos biomédicos extendiendo la vida útil de los mismos haciéndolos confiables, duraderos, versátiles y sobre todo de bajo costo a comparación de la compra de equipos importados.
3. En cuanto al objetivo a largo plazo, es de fomentar las bases de una futura industria nacional de fabricación de equipos biomédicos. Y dar a conocer a las próximas generaciones de ingenieros electrónicos sobre la nascente especialidad de ingeniería electrónica biomédica.



# **CAPÍTULO 3**

## **MARCO TEÓRICO**

## **CAPÍTULO 3**

### **MARCO TEÓRICO.**

#### ***3.1 MARCO TEÓRICO PARA LA CENTRÍFUGA.***

##### **3.1.1 CONCEPTO DE CENTRIFUGACIÓN.**

La centrifugación es un método que utiliza la propiedad de sedimentación de partículas con base en la masa de las moléculas para la separación de partículas de una solución. Se basa en hacer girar los tubos que contienen la muestra a gran velocidad de forma que se produzca la acumulación en el fondo del mismo de las partículas que tienden a hundirse por tener una densidad mayor que la del medio en que se encuentran. Así, después de la centrifugación la muestra, homogénea, se habrá separado en dos fracciones: sobrenadante, fracción homogénea que no ha sedimentado, y el sedimento que ha quedado adherida al fondo del tubo. La fuerza centrífuga es aplicada a cada partícula de la muestra la cual será sedimentada en un índice que es proporcional a la fuerza centrífuga aplicada.

Los parámetros a tener presentes en cualquier centrifugación, que determinarán las condiciones son:

- Volumen de solución a centrifugar, que determinará el tipo de tubos y rotores a emplear.

- Naturaleza química de la solución, que determinará la naturaleza del tubo a emplear
- Diferencial de densidad entre la partícula a sedimentar y la densidad del medio en el que se encuentra. En general cuanto mayor sea esa diferencia antes (menor tiempo y menor fuerza de aceleración) sedimentará. Cuando el diferencial es muy pequeño se pueden aplicar centrifugaciones de cientos de miles de g durante horas.

### 3.1.2 CONCEPTO DE SEDIMENTACIÓN.

La sedimentación es el transporte de partículas en un campo de fuerza de centrifugación. Permite determinar peso molecular, densidad y forma de macromoléculas y organelos celulares. En la figura 3,1 podemos observar el proceso de la sedimentación.

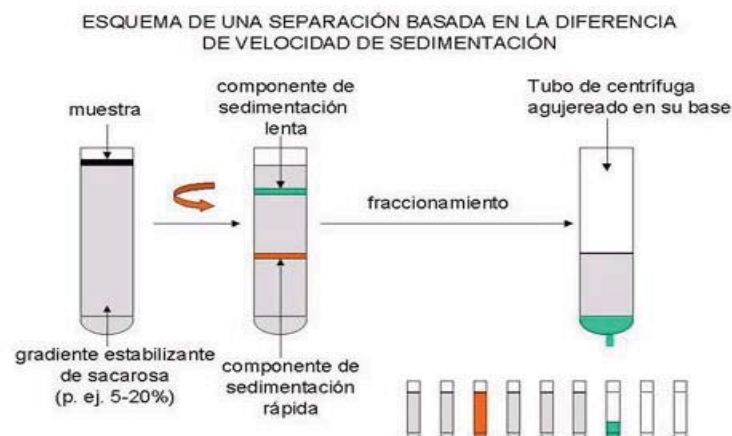


Figura 3,1: La Sedimentación

### **Coeficiente de sedimentación**

Los principios básicos de la teoría de sedimentación, se originan de la ley de Stokes, la cual fue creada para medir la sedimentación de una esfera en un campo gravitacional, para así mostrar que la velocidad de la esfera alcanza un valor constante y la fuerza neta en esta es igual a la fuerza de resistencia de este movimiento a través del líquido.

$$\text{Coeficiente de sedimentación } 1 \text{ dr } S = \frac{X}{W^2 r dt}$$

### **Velocidad de sedimentación**

Alternativamente es posible aprovechar esa diferencia en la velocidad necesaria para sedimentar las partículas para realizar una centrifugación en un medio en el que exista una gradiente de densidad, siendo menor en la parte superior y mayor en la inferior. Después de un tiempo las diferentes poblaciones de partículas se sitúan en diferentes profundidades del tubo. Haciendo un pequeño orificio en el fondo del mismo se pueden recoger diferentes fracciones que contengan a las distintas poblaciones separadas. Este es el fundamento de la ultra centrifugación preparativa, que permite determinar la velocidad de sedimentación de una partícula (medida en unidades Svedberg, S).

Los coeficientes de sedimentación son usualmente expresados en Sveldbergs (S) o  $10^{-13}$ s. De esta manera, una partícula cuyo coeficiente de sedimentación es medido en  $10^{-12}$ s. =  $10 \times 10^{-13}$ s., es decir que tiene un valor de 10S.

Una partícula en un campo gravitacional se comporta según la “LEY DE STOKES”

$$V = \frac{d^2 (\eta_p - \eta_L)}{18 \nu} \times g$$

**Donde:**  $V$  = velocidad de sedimentación

$d$  = diámetro de la partícula

$\eta_p$  = densidad de la partícula

$\eta_L$  = densidad del líquido

$\nu$  = viscosidad del medio

$g$  = fuerza gravitacional

Se cumple; La velocidad de sedimentación es proporcional al tamaño de la partícula

- La velocidad de sedimentación es proporcional a la diferencia entre la densidad del medio circundante y la densidad de la partícula.
- La velocidad de sedimentación es 0, cuando la densidad de la partícula es igual a la densidad del medio circundante.
- La velocidad de sedimentación disminuye al aumentar la viscosidad del medio.
- La velocidad de sedimentación aumenta al aumentar la fuerza del campo centrífugo.

El coeficiente de sedimentación es una constante característica de cada orgánulo o macromolécula y sus unidades se dan en *Svedbergs*, tomando el nombre de su descubridor.

El tiempo de centrifugación hasta la clarificación de un orgánulo se define por:

$$T \text{ (horas)} = \frac{K}{S}$$

Donde:

- **S** = coeficiente de sedimentación del orgánulo.
- **K**= constante del rotor. (Depende del ángulo de inclinación del tubo de centrifugación con respecto al eje de rotación).

### **Fuerza de Centrifugación (g)**

La fuerza centrífuga depende además, de la velocidad y radio de giro. El radio de giro (*X*) es la distancia desde el centro de rotación hasta el extremo del recipiente donde está contenida la muestra. El valor de la aceleración centrífuga, en función de la velocidad de giro  $\omega$ , viene dado por la ecuación:

$$G = \omega^2 X = \frac{4\pi^2 (rpm)^2}{3600} X = 0,01966 (rpm)^2 X$$

Donde “X” es el radio de giro y *rpm* la velocidad en revoluciones por minuto.

Con la figura 3,2, llamado nano-grama podremos determinar la Fuerza Relativa de Centrifugación, conociendo el radio del rotor y la velocidad con que este gira.

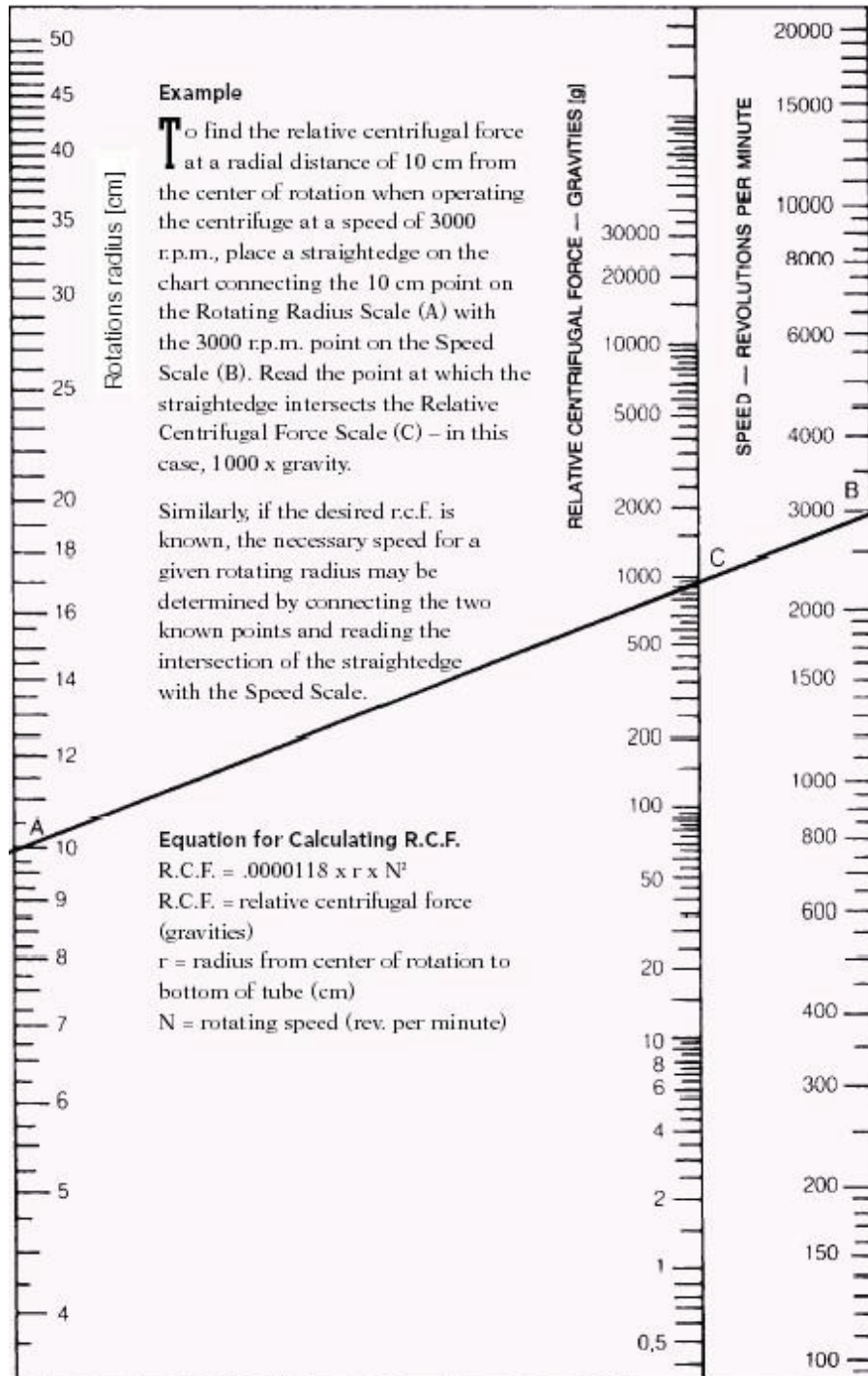


Figura 3,2: Nano grama

### **3.1.3 LA CENTRÍFUGA.**

Las centrífugas son equipos médicos utilizados en los laboratorios, clínicas y postas médicas, para la separación de solutos de sus solventes. Por ejemplo en la rama de laboratorio clínico se utiliza para el análisis de sangre, por lo general es necesario separar el plasma de los otros componentes para poder ser analizado.

Las centrífugas permiten someter a las muestras a intensas fuerzas que producen la sedimentación en poco tiempo de las partículas que tienen una densidad mayor que la del medio que las rodea. En general se diferencian en función de los márgenes de aceleración a que someten a las muestras en: centrífugas (de pocas g a aprox. 3000g), súper-centrífugas (o centrífugas de alta velocidad, rango de 2,000 g a 20,000 g) y ultra centrífugas (de 15,000 g a 600,000 g). En las centrífugas se suele controlar la temperatura de la cámara para evitar sobrecalentamiento de las muestras debido a la fricción. En las ultra centrífugas, la velocidad extrema (más de 100000 rpm), hace que sea necesario hacer un intenso vacío en la cámara de la centrífuga para evitar el calentamiento de rotor y muestra. En una centrífuga el elemento determinante es el rotor, dispositivo que gira y en el que se colocan los tubos.

Presentan una carcasa exterior metálica o plástico, poseen un rotor en el interior, para meter los tubos; en el exterior, hay un panel de mandos con un selector de velocidad y un reloj temporizador, un pulsador de apertura de tapa, tienen indicadores luminosos de tapa abierta y generalmente poseen un sistema de seguridad en el que la centrífuga o micro-centrífuga no se pone en funcionamiento si es que se ha cerrado mal la tapa o si se desea abrir estando en funcionamiento.



### **3.1.3.1 TIPOS DE CENTRÍFUGAS.**

- Centrifugas de separación de sueros o plasma de baja velocidad (Macro centrifuga, entre 2,000 y 6,000 R.P.M. aproximadamente)
- Centrifugas para micro hematocritos o Micro centrifuga entre 10,000 y 18,000R.P.M. aprox.), (es lo mismo que una centrifuga normal, pero con la diferencia de que únicamente sirven para hacer hematocrito y en ella solo se pueden insertar tubos para hematocrito.
- Las ultra centrifugas (de 20,000 hasta 75,000 r.p.m.) para la separación de proteínas.

**NOTA:** Hematocrito es el porcentaje del volumen de la sangre que ocupa la fracción de los glóbulos rojos. Las cifras normales de hematocrito en personas oscilan entre 36%-46% en mujeres y 38%-48% en hombres dependiendo de diversos factores fisiológicos, como la edad y la condición física del sujeto. En el laboratorio, se toma un poco de la sangre y se introduce en una máquina centrifuga, proceso que impulsa las células hacia el fondo del recipiente. La porción celular se compara con la cantidad total de la sangre y se expresa en porcentaje. De hecho, dicha porción celular representa casi la totalidad de los glóbulos rojos, mientras que el porcentaje de glóbulos blancos es muy pequeño.

También pueden ser catalogadas basándose en otras características, como: grandes, medianas y pequeñas; o de piso, de mesa, refrigeradas, etc. De acuerdo a su rotor y a

sus tubos porta muestras, también pueden ser catalogadas, pues existen diversas formas y tamaños.

### **3.1.3.2 ROTOR DE LA CENTRÍFUGA.**

Los rotores se clasifican en:

- **Rotor basculante.** Los tubos se colocan en unos dispositivos (cestilla) que, al girar el rotor, se coloca en disposición perpendicular al eje de giro. Así pues los tubos siempre giran situados perpendicularmente al eje de giro.
- **Rotor de ángulo fijo.** Los tubos se insertan en orificios en el interior de rotores macizos. El caso extremo es el de los rotores verticales en los que el tubo se sitúa paralelo al eje de giro. Este tipo de rotores es típico de las ultra centrífugas y se emplea en separaciones de moléculas.

Todo rotor tiene unas propiedades que determinan las condiciones en que se podrá centrifugar la muestra. Son especialmente importantes el ángulo de giro, el radio mínimo, medio y máximo, y la velocidad máxima de giro.

La relación entre la velocidad de giro, medida en revoluciones por minuto (rpm) y la fuerza de aceleración (fuerza centrífuga relativa, RCF: *relative centrifuge force*) a que se somete la muestra se recoge en la expresión siguiente:

$$RCF = 1.118 * 10^{-5} * r * (rpm)^2$$

En la figura 3.3 se observa el cabezal de rotor basculante.

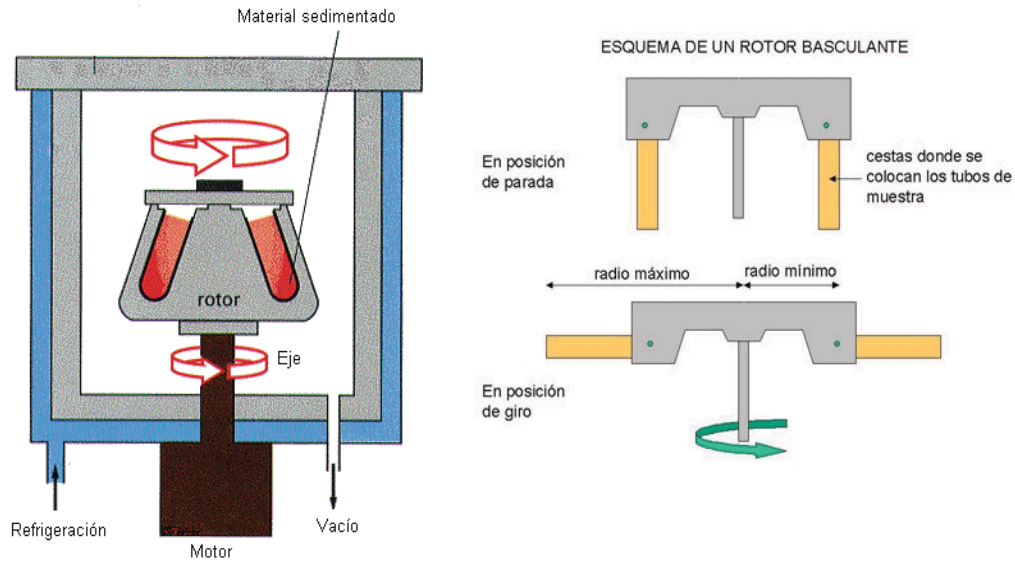


Figura 3,3: Cabezal de Centrifuga

### 3.1.4 EL MICRO CONTROLADOR PIC 16F84.

#### 3.1.4.1 ORIGEN DEL MICRO CONTROLADOR.

En el año 1971 la compañía de semiconductores Intel lanzó al mercado el primer **micro controlador**, lo que supuso un cambio decisivo en las técnicas de diseño de los equipos de instrumentación y control. Este circuito integrado contenía todos los componentes de la unidad central de procesos (CPU) de una computadora dentro de un solo dispositivo. Los fabricantes, conscientes de la importancia de este mercado, crearon una amplia gama de estos circuitos integrados, constituyendo familias de microprocesadores.

### **3.1.4.2 ¿QUÉ ES EL MICRO CONTROLADOR?**

Es un circuito integrado que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna.

Se dice que es “la solución en un chip” porque su reducido tamaño minimiza el número de componentes y el costo.

El micro controlador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar. Una vez programado y configurado el micro-controlador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.

Los electrodomésticos de línea blanca (lavadoras, hornos, etc.) y de línea marrón (televisores, videos, aparatos de música, etc.), equipo médicos y laboratorio incorporan numerosos micro controladores. Igualmente, los sistemas de supervisión, vigilancia y alarma en los edificios utilizan estos chips para optimizar el rendimiento de ascensores, calefacción, alarmas de incendio, robo, etc. Ofrecen la única solución práctica a muchos problemas de diversos campos:

### **3.1.4.3 ARQUITECTURA INTERNA DEL MICRO CONTROLADOR PIC16F84.**

La arquitectura y programación de todos los PIC es muy parecida. En este tema nos centremos en el micro-controlador PIC16F84, que es uno de gama media.

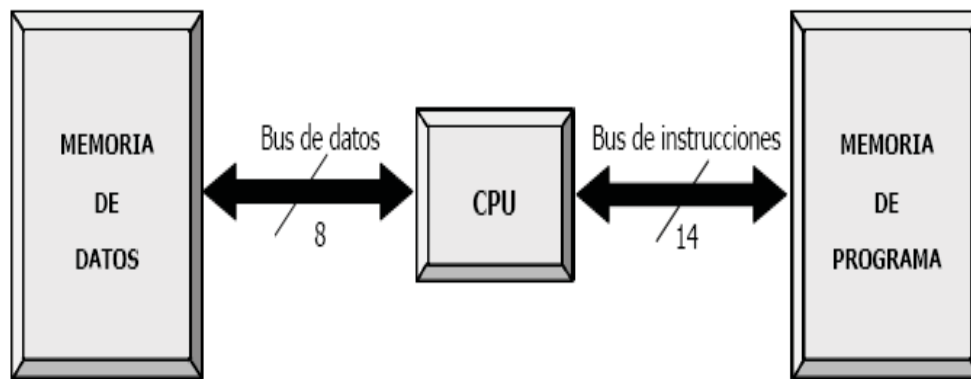
Sus características principales son las siguientes:

- Parte de la memoria de datos es de tipo EEPROM (64 registros de 8 bits).
- Memoria de programa (1024 registros de 14 bits) de tipo flash, de iguales prestaciones que la EEPROM pero mejor rendimiento.
- Dos temporizadores: TMR0 y *watchdog*. El TMR0 puede actuar como temporizador o como contador.
- Cuatro posibles fuentes de interrupción que pueden habilitarse o deshabilitarse por software.
- Re inicialización del sistema o *RESET* por cinco causas distintas.
- Estado de funcionamiento en bajo consumo o *Sleep*, con un consumo de 40 uA.
- Frecuencia de trabajo máxima puede ser de 10 MHz.

### ***Arquitectura interna.***

Los micro controladores PIC están basados en la arquitectura hardware que posee buses y espacios de memoria diferenciados para los datos y las instrucciones. Gracias a ella se puede acceder de forma simultánea e independiente a la memoria de datos y a la memoria de instrucciones.

Por otro lado, esta independencia entre datos e instrucciones permite que cada uno tenga el tamaño más adecuado. Así, los datos tienen una longitud de 8 bits, mientras que las instrucciones son de 14 bits.



Arquitectura Harvard.

Figura 3,4: Arquitectura del PIC16F84

Como se observa en la figura 3,4 el PIC16F84 consta de un procesador con una ALU y un Decodificador de Instrucciones, una memoria de programa tipo FLASH de 1K palabras de 14 bits, una memoria de datos SRAM con 68 posiciones de 8 bits. También existe una zona de 64 bytes de EEPROM para datos no volátiles. Finalmente dispone de interrupciones, un temporizador, perro guardián y dos puertas A y B de entrada y salida de información digital. En la figura 3,5 se observa el diagrama de bloques completo de micro-controlador 16F84.

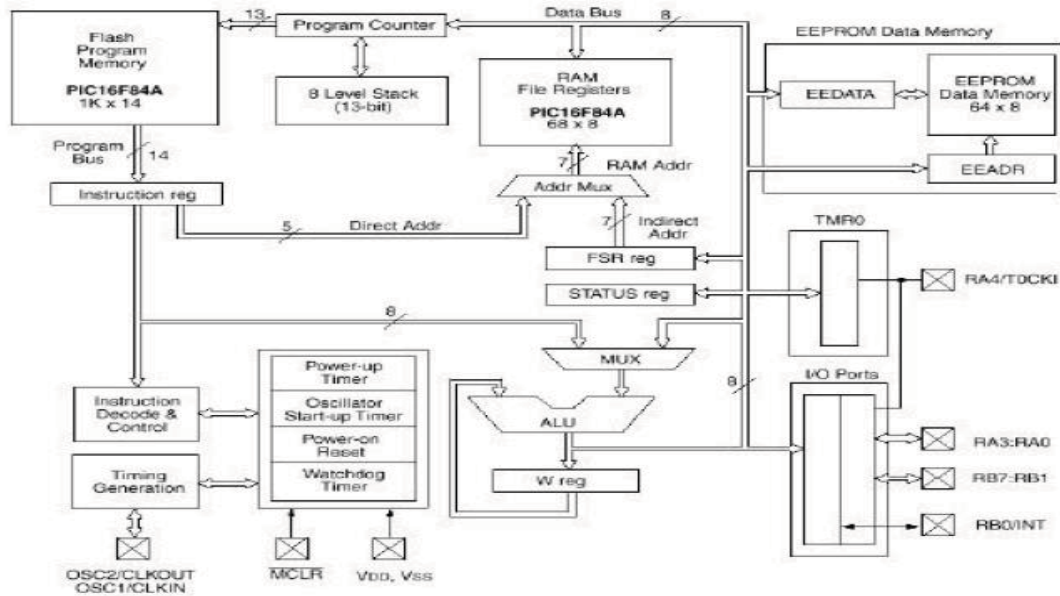


Diagrama de bloques del PIC16F84.

Figura 3,5: Diagrama de Bloques del PIC16F84

**El procesador o CPU:** El procesador responde a la arquitectura RISC, que se identifica porque el juego de instrucciones se reduce a 35, donde la mayoría se ejecutan en un solo ciclo de reloj, excepto las instrucciones de salto que necesitan dos ciclos.

La ALU (*Arithmetic Logic Unit*) ubicada dentro del procesador realiza las operaciones lógicas y aritméticas con dos operando, uno que recibe desde el registro **W** (registro de trabajo) y otro que puede provenir de cualquier registro interno

**Memoria de programa:** La memoria de programa es del tipo flash. La memoria flash es una memoria no volátil, de bajo consumo que se puede escribir y borrar eléctricamente. Es programable en el circuito como la EEPROM, pero de mayor densidad y más rápida.

El PIC16F84 posee una memoria de programa de 1K palabras, es decir, permite hasta  $1024 (2^{10})$  instrucciones de 14 bits cada una (de la 0000h a la 03FFh).

En la posición **0000h** se encuentra el **vector de reset**. Cuando se produce un reset, el programa salta a dicha posición (0000h).

Las causas por las que se produce un reset son las siguientes:

- Conexión de la alimentación.
- Cuando durante el funcionamiento normal, o en el modo bajo consumo (*sleep*) se aplican cero voltios al pin de MCLR.
- Desbordamiento del perro guardián (*watchdog*) en funcionamiento normal o en funcionamiento en bajo consumo (*sleep*).

En la posición **0004h** se encuentra el **vector de interrupción**, que es común a todas las interrupciones (las interrupciones pueden habilitarse o deshabilitarse de forma independiente por software). Las causas por las que se puede producir una interrupción son las siguientes:

- Activación de la patilla de interrupción externa INT.
- Desbordamiento del temporizador.
- Cambio de estado en alguno de los terminales de entrada del puerto B (RB4-RB7).
- Finalización del proceso de escritura de la EEPROM de datos.

Cuando se produce una interrupción se activan unos indicadores (flags) para identificar la causa de la interrupción, se detiene la ejecución del programa almacenando la posición de la instrucción actual, para que una vez finalizadas las operaciones asociadas a la interrupción, el programa pueda continuar por donde iba y el programa salta a la posición 0004h. A partir de aquí se ejecutará la rutina de interrupción. Con la última instrucción de la rutina de interrupción automáticamente el programa continuará por donde se había quedado.



**Memoria de datos:** Se encuentra en dos zonas bien diferenciadas:

- a) Memoria tipo RAM (SRAM): Se divide en dos bancos o páginas de 128 registros de 8 bits cada uno, aunque sólo los 80 primeros de la página '0' (del 00h al 4Fh) y los 12 primeros de la página '1' (80h al 8Bh) se utilicen en el PIC16F84. Los primeros 12 registros de cada página son específicos (SFR) y los restantes (68 de la página '0') son de propósito general (GPR).
- b) La memoria de datos del tipo EEPROM está compuesta por 64 registros de 8 bits cada uno. Este tipo de memoria es capaz de guardar la información más de 40 años. No podemos acceder directamente a estos registros, para ello hay que utilizar registros específicos (SFR).

**Puertas de entrada/salida:** El micro-controlador PIC16F84 posee 13 patillas cada una de las cuales se puede configurar como entrada o como salida. Éstas se encuentran distribuidas en dos puertos: el puerto A con cinco patillas, desde RA0 a RA4; y el puerto B con ocho patillas, desde RB0 a RB7.

**Recursos auxiliares:** El micro-controlador PIC16F84 dispone de los siguientes recursos adicionales:

- **Circuito de reloj.** Está incorporado en el micro-controlador y sólo se necesitan unos pocos componentes exteriores para seleccionar y estabilizar la frecuencia de trabajo. Dichos componentes suelen consistir en un cristal de cuarzo junto con elementos pasivos. La frecuencia del reloj principal determina el ciclo de instrucción (tiempo que tarda una instrucción en ejecutarse). En los PICs, un ciclo de instrucción emplea cuatro periodos de oscilación del reloj principal. Por ejemplo si la frecuencia del reloj principal es de 4 MHz, un ciclo de instrucción

tardará en realizarse:

- $T$  oscilación del reloj principal =  $1/F$  del reloj principal =  $1/4$  MHz = 250 ns.

$\text{Ciclo de instrucción} = T \text{ oscilación} \times 4 = 250 \text{ ns} \times 4 = 1 \mu\text{s}.$
--

- **Estado de reposo.** Cuando el micro-controlador funciona en modo de reposo (*sleep*) la potencia necesaria es menor de 3 uA.
- **Temporizador.** Se incrementará en una unidad por cada pulso de reloj. Cuando llegue al valor máximo FFh (los 8 bits a '1'), se producirá el desbordamiento del registro asociado al temporizador (TMR0), se iniciará tomando el valor 00h y generará una interrupción (si se había autorizado), repitiendo dicho ciclo indefinidamente. El temporizador puede recibir la señal de reloj que hace que se incremente de una señal externa a través de una patilla de entrada, o del reloj principal del micro-controlador (en ese caso dividido por cuatro).
- **Perro guardián.** El temporizador perro guardián (*watchdog*) es independiente del reloj principal (posee su propio oscilador), por tanto, en el modo en bajo consumo puede seguir funcionando. Cuando llegue al valor máximo FFh, se produce el desbordamiento del perro guardián, se iniciará tomando el valor 00h y provocará un reset. El tiempo típico es de 18ms, pero utilizando un divisor de frecuencia (programable por software) se pueden alcanzar 2,5 segundos.

### ***Distribución de los terminales.***

El encapsulado del PIC16F84 es del tipo DIP de 18 pines y está fabricado en tecnología CMOS, por lo que su consumo es muy reducido, 2 mA cuando trabaja a 4MHz. A continuación se describe la función de sus patillas:

- **VDD y VSS:** Es la alimentación, que puede ser de 2 V a 6 V. VDD es el

Terminal positivo y Vss el negativo.

- **MCLR:** Es el reset del micro-controlador (*Master Clear*), el cual se produce cuando la tensión en dicho pin desciende entre 1,2V a 1,7V.
- **RA0- RA4:** Son los terminales de entrada/salida del puerto A. Los cuales pueden suministrar una corriente por cada pin de 20mA., pero la suma de las cinco líneas del puerto A no puede exceder de 50 mA. La corriente absorbida por cada pin puede ser de 25 mA, pero la suma de las cinco líneas no puede exceder de 80 mA. El pin RA4 tiene una doble función que se puede seleccionar por programa, y es la de ser la entrada del contador/temporizador TMR0, es decir T0CK1.
- **RB0-RB7:** Son los terminales de entrada/salida del puerto B. Los cuales pueden suministrar una corriente por cada pin de 20 mA, pero la suma de las ocho líneas no puede superar los 100 mA. La corriente absorbida por cada pin puede ser de 25 mA, pero la suma de todas no puede exceder de 150 mA.  
El pin RB0 tiene una doble función seleccionable por programa, que es la de ser entrada de interrupción externa (INT). Los pines del RB4 al RB7 tienen una doble función que se puede seleccionar por programa, que es la de ser entrada de interrupción interna por cambio de estado.
- **OSC1/CLKIN OSC2/CLKOUT:** Son los terminales para la conexión del oscilador externo que proporciona la frecuencia de trabajo o frecuencia del reloj principal.

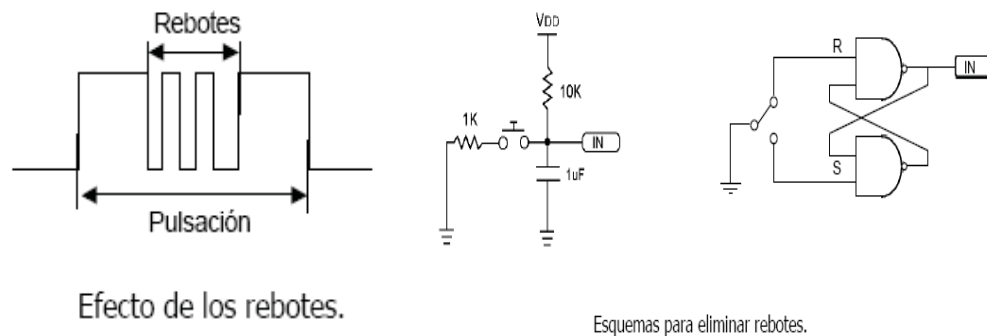
#### **Periféricos digitales de entrada.**

- **Pulsadores:** Estos dispositivos permiten introducir un nivel lógico en el momento que se les acciona, pasando al nivel contrario cuando se deja de

hacerlo (vuelven a la posición de reposo).

- **Interruptores:** Los interruptores tienen dos estados estables y hay que accionarlos para cambiar de uno a otro. Todos los circuitos electromecánicos (pulsadores, interruptores, etc.) originan un fenómeno denominado “rebotes”: las láminas se abren y se cierran varias veces en el momento de la transición. El efecto que produce es semejante a abrir y cerrar el interruptor o pulsador varias veces, por lo que puede provocar resultados erróneos.

En la figura 3,6 se puede observar el efecto rebote cuando el pulsador o interruptor es accionado. También se observa los arreglos de circuitos (hardware) utilizados para contrarrestarlos.



**Figura 3,6: Efecto Rebote y Eliminación de Rebotes**

### Periféricos digitales de salida

- **Diodos LED:** El diodo led es un elemento que se emplea como indicador luminoso. Cuando la diferencia de potencial entre su ánodo y su cátodo supere un determinado valor umbral el diodo led se encenderá.

- **Relés:** La activación y desactivación de un relé brinda la oportunidad de poder controlar cargas mucho mayor (más corrientes).

#### **3.1.4.4 PROGRAMACIÓN DEL PIC16F84.**

Un programa es un conjunto ordenado de instrucciones que determinan el procesamiento de los datos y la obtención de los resultados. El PIC16F84 tiene 35 instrucciones. A dichas instrucciones se les llama “**instrucciones máquina**” y en este micro-controlador cada una de ellas consta de 14 bits con los cuales se indica el código de la operación.

Como sería muy complejo escribir las instrucciones con 14 bits, a cada una se la referencia con un **neumónico**, que es un conjunto de letras que expresan de forma resumida la operación que hace la instrucción. Al lenguaje que utiliza estos neumónicos se le llama **ensamblador**.

La utilización de lenguajes de bajo nivel más cercanos a la máquina (ensamblador) representan un considerable ahorro de código en la confección de los programas, lo que es muy importante dada la limitada capacidad de la memoria de instrucciones.

Los compiladores son programas que se encargan de traducir el programa escrito en lenguaje ensamblador (u otro lenguaje) a código máquina, único lenguaje que el micro-controlador es capaz de entender.

## COMANDOS ASSEMBLER

Tabla 3,1: Comandos Assembler del PIC16F84

MNEMÓNIC	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO OP	FLAG	N.
<b>INSTRUCCIONES ORIENTADAS A REGISTROS</b>				
<u>ADDWF f,d</u>	(W)+(f) → (destino)	00 0111 dfff ffff	C, DC, Z	1,2
<u>ANDWF f,d</u>	(W) AND (f) → (destino)	00 0101 dfff ffff	Z	1,2
<u>CLRF f</u>	00 → (f)	00 0001 1fff ffff	Z	2
<u>CLRW</u>	00 → (W)	00 0001 0000 0011	Z	1,2
<u>COMF f,d</u>	Complemento de f [(#f) → (destino)]	00 1001 dfff ffff	Z	1,2
<u>DECF f,d</u>	(f)-1 → destino	00 0011 dfff ffff	Z	1,2,3
<u>DECFSZ f,d</u>	(f)-1 → destino y si resultado es 0 salta	00 1011 dfff ffff	Ninguno	1,2
<u>INCF f,d</u>	(f)+1 □ destino	00 1010 dfff ffff	Z	1,2,3
<u>INCFSZ f,d</u>	(f)+1 → destino y si resultado es 0 salta	00 1111 dfff ffff	Ninguno	1,2
<u>IORWF f,d</u>	(W) OR (f) → destino	00 0100 dfff ffff	Z	1,2
<u>MOVF f,d</u>	Mueve f → destino	00 1000 dfff ffff	Z	
<u>MOVWF f</u>	(W) → (f)	00 0000 1fff ffff	Ninguno	1,2
<u>NOP</u>	No operación	00 0000 0xx0 0000	Ninguno	1,2
<u>RLF f,d</u>	Rota f a la izq a través del carry → destino	00 1101 dfff ffff	C	1,2
<u>RRF f,d</u>	Rota f a la dcha a través del cary → destino	00 1100 dfff ffff	C	1,2
<u>SUBWF f,d</u>	(f)-(W) → (destino)	00 0010 dfff ffff	C,DC,Z	1,2
<u>SWAPF f,d</u>	Intercambia los nibbles de f → destino	00 1110 dfff ffff	Ninguno	
<u>XORWF f,d</u>	(W) XOR (f) → (destino)	00 0110 dfff ffff	Z	
<b>INSTRUCCIONES ORIENTADAS A BIT</b>				
<u>BCF f,b</u>	Pone a 0 el bit <b>b</b> del registro <b>f</b>	01 00bb bfff ffff	Ninguno	1,2
<u>BSF f,b</u>	Pone a 1 el bit <b>b</b> del registro <b>f</b>	01 01bb bfff ffff	Ninguno	1,2
<u>BTFSC f,b</u>	Skip si el bit <b>b</b> del reg. <b>f</b> es <b>0</b>	01 10bb bfff ffff	Ninguno	3
<u>BTFSS f,b</u>	Skip si el bit <b>b</b> del reg. <b>f</b> es <b>1</b>	01 11bb bfff ffff	Ninguno	3

INSTRUCCIONES CON LITERALES Y DE CONTROL				
<u>ADDLW K</u>	$(W)+ K \rightarrow (W)$	11 111x kkkk kkkk	C,DC,Z	
<u>ANDLW K</u>	$(W) \text{ AND } K \rightarrow (W)$	11 1001 kkkk kkkk	Z	
<u>CALL K</u>	Llamada a subrutina	10 0kkk kkkk kkkk		
<u>CLRWDI</u>	Clear del temporizador del WD	00 0000 0110 0100	Ninguno	
<u>GOTO K</u>	Go To dirección	10 1kkk kkkk kkkk	Z	
<u>IORLW K</u>	$(W) \text{ OR } K \rightarrow (W)$	11 1000 kkkk kkkk	Ninguno	
<u>MOVLW K</u>	$K \rightarrow (W)$	11 00xx kkkk kkkk	Ninguno	
<u>RETLW K</u>	Retorno con un literal en W	11 01xx kkkk kkkk	Ninguno	
<u>RETURN</u>	Retorno de una subrutina	00 0000 0000 1000	C,DC,Z	
<u>SUBLW K</u>	$K - (W) \rightarrow W$	11 110x kkkk kkkk		
<u>XORLW K</u>	$(W) \text{ XOR } K \rightarrow (W)$	11 1010 kkkk kkkk		

### 3.1.5 EL TRIAC – CONTROL DE POTENCIA EN CORRIENTE ALTERNA.

El triac es un dispositivo semiconductor que pertenece a la familia de los dispositivos de control por tiristores. El triac es en esencia la conexión de dos tiristores en paralelo pero conectados en sentido opuesto y compartiendo la misma compuerta.

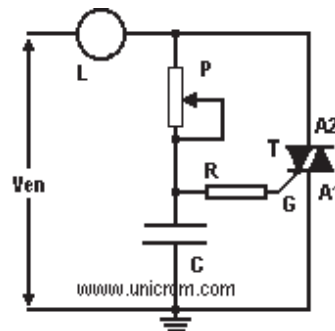


Figura 3,7: Diagrama del Triac

El triac (figura 3,7) sólo se utiliza en corriente alterna y al igual que el tiristor, se dispara por la compuerta. Como el triac funciona en corriente alterna, habrá una parte de la onda que será positiva y otra negativa. La parte positiva de la onda (semi ciclo positivo) pasará por el triac siempre y cuando haya habido una señal de disparo en la compuerta, de esta manera la corriente circulará de arriba hacia abajo (pasará por el tiristor que apunta hacia abajo), de igual manera la parte negativa de la onda (semi ciclo negativo) pasará por el triac siempre y cuando haya habido una señal de disparo en la compuerta, de esta manera la corriente circulará de abajo hacia arriba (pasará por el tiristor que apunta hacia arriba). Para ambos semi ciclos la señal de disparo se obtiene de la misma patilla (la puerta o compuerta).

Lo interesante es, que se puede controlar el momento de disparo de esta patilla y así, controlar el tiempo que cada tiristor estará en conducción.

Entonces, si se controla el tiempo que cada tiristor está en conducción, se puede controlar la corriente que se entrega a una carga y por consiguiente la potencia que consume. Ejemplo: Una aplicación muy común es el atenuador luminoso de lámparas incandescentes como se muestra en la figura 3,8.

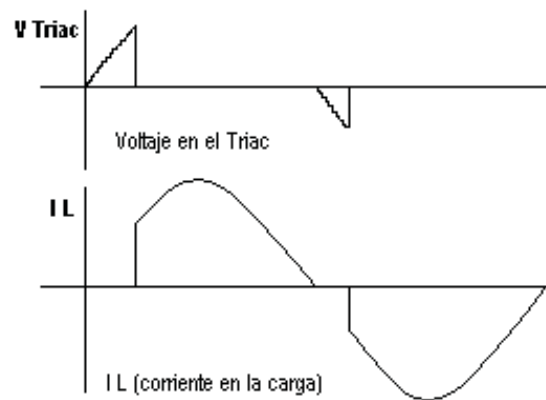


**Figura 3,8: Diagrama de disparo básico del triac**



<b>Ven:</b> Voltaje al circuito	<b>T:</b> Triac
<b>L:</b> lámpara	<b>A2:</b> Ánodo 2 del Triac
<b>P:</b> potenciómetro	<b>A3:</b> Ánodo 3 del Triac
<b>C:</b> condensador	<b>G:</b> Gate o compuerta
<b>R:</b> Resistencia	

El triac controla el paso de la corriente alterna a la lámpara (carga), pasando continuamente entre los estados de conducción y el de corte. Si se varía el potenciómetro, se varía el tiempo de carga de condensador causando que se incremente o reduzca la diferencia de fase de la tensión de alimentación y la que se aplica a la compuerta. En la figura 3,9 se observa la relación de voltaje aplicado a la compuerta del triac y el paso de la corriente eléctrica a la carga por los pines MT1 y MT2.



**Figura 3,9: Ángulos de conducción del triac**

### **3.1.6 EL OPTOACLOPLADOR.**

Muchos sistemas digitales controlan a otros sistemas o realizan funciones de control tales que deben ser interconectados a una etapa de manejo de potencia, con base en TIRISTORES (triacs, SCR, etc.) para actuar sobre cargas resistivas o inductivas en sistemas de iluminación o en procesos industriales o en control de velocidad de motores. El manejo de potencia, es decir la manipulación de altas corrientes, de hasta varios centenares de amperios, implica el tener consideraciones de seguridad eléctrica para los operarios y de protección para el sistema digital.

Es deseable que la interconexión entre ambas etapas (la digital y la de potencia) se haga por un medio de acoplamiento que permita aislar eléctricamente los dos sistemas. Esto se puede lograr con los dispositivos llamados OPTOACOPLADORES, mediante los cuales se obtiene un acoplamiento óptico y, al mismo tiempo, un aislamiento eléctrico. Por ello también se les conoce como OPTOAISLADORES. El acoplamiento se efectúa en el rango del espectro infra-rojo a partir de dispositivos emisores de luz, usualmente IRED (infra-rojo) LEDs (diodos emisores de luz), actuando como emisores y utilizando dispositivos detectores de luz (opto detectores), actuando como receptores.

La razón fundamental para llevar a cabo acoplamiento óptico y aislamiento eléctrico es por protección de la etapa o sistema digital ya que si ocurre un corto en la etapa de potencia, o cualquier otro tipo de anomalía eléctrica, el OPTOACOPLADOR protege toda la circuitería digital de control. El sistema digital puede variar entre un sistema discreto o un sistema de mayor integración (en escalas SSI, MSI, VLI o VLSI) o un sistema integrado programable a nivel de memorias (EPROM o EEPROM) o a nivel de dispositivos programables "inteligentes" (microprocesadores, micro-

controladores, dispositivos lógicos programables, arreglos lógicos programables, controladores lógicos programables o computadores).

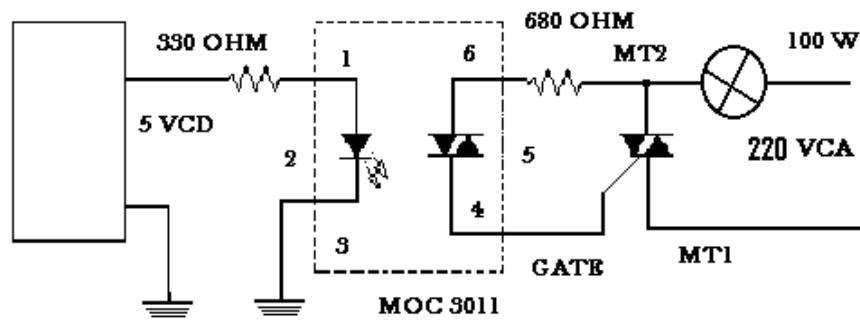


Figura 3,10: Montaje estándar básico con lógica digital positiva.

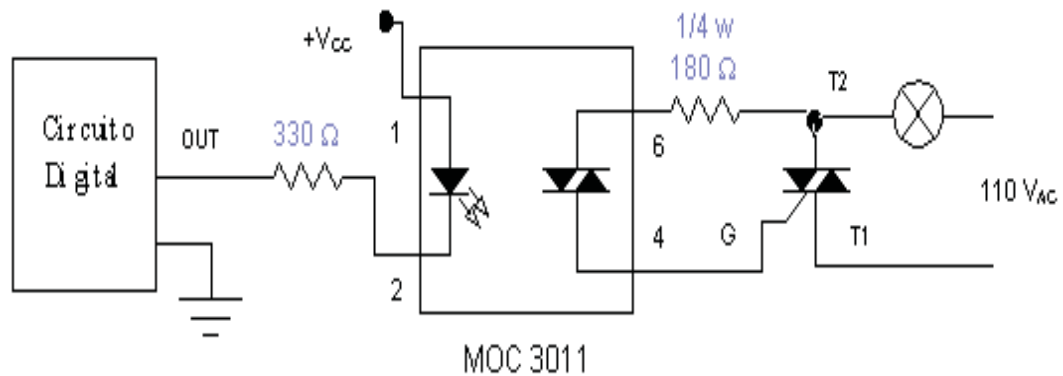


Figura 3,11: Montaje con lógica digital negativa

### **3.2 MARCO TEÓRICO PARA LA INCUBADORA NEONATAL.**

#### **3.2.1 IMPORTANCIA DE LA INCUBADORA NEONATAL.**

Una incubadora neonatal es un equipo biomédico utilizado principalmente para generar un ambiente en el que se controlan diferentes variables importantes para el desarrollo de los recién nacidos. La necesidad de las incubadoras neonatales surgió debido a los constantes partos de bebés prematuros, los cuales, sin un medio adecuado que simule el vientre de su madre, corren el riesgo de morir.

Inicialmente, las incubadoras sólo suplían necesidades básicas de los neonatos, mediante el control de variables como temperatura, humedad y luminosidad. Su diseño era sencillo, aunque su manejo era complejo para el personal médico, lo cual implicaba mucha atención y un constante chequeo. Debido a que la incubadora se convirtió en el medio principal para la atención de neonatos, surgió una gran demanda por ésta en el sector salud, y el desarrollo de estos equipos crece de forma exponencial.

#### **3.2.2 CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS DEL NEONATO.**

Cuando el feto se encuentra dentro del útero, la producción de calor se disipa a través de la placenta a la madre. En condiciones normales, la temperatura del feto es 0.6 °C mayor que la de la madre

Al nacer disminuye con rapidez la temperatura central del niño debido sobre todo a evaporación en su cuerpo húmedo, además del aire y las paredes frías de la sala de partos, también inducen grandes pérdidas de calor radiante y convectivo. Por

consiguiente, bajo las condiciones habituales de la sala de partos, la temperatura corporal profunda de los recién nacidos puede disminuir 2 a 3°C a menos que se tomen precauciones especiales.

Los neonatos, ya sean prematuros y/o de bajo peso, pueden presentar uno o varios de los siguientes problemas:

- Ausencia de reservas energéticas e inmadurez de mecanismos termorreguladores
- Pulmones inmaduros
- Tracto digestivo inmaduro
- Insuficiente desarrollo de sistema cardiovascular
- Insuficiente actividad hepática
- Escaso desarrollo del sistema inmunitario

### **3.2.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS NEONATOS**

A.- Según su edad gestacional:

- *Pre término*: menos de 38 semanas.
- *A término*: de 38 a 42 semanas.
- *Pos término*: más de 42 semanas.

B.- Según su peso en el momento de nacer:

- De peso adecuado: más de 2.500 gr.
- De bajo peso: entre 1.500 y 2.500 gr.
- De muy bajo peso: entre 1.000 y 1.500 gr.
- De *muy muy* bajo peso: menos de 1.000gr

C.- Según su condición física al nacer (esto se determina mediante el denominado *Test de APGAR*, que consiste en una serie de pruebas realizadas al minuto de nacer que puntúa elementos del neonato tales como: el aspecto, el pulso, la irritabilidad, la actividad o tono muscular y la respiración):

- Puntuación de 7 a 10: neonato normal.
- Puntuación de 4 a 6: ligeramente deprimido, necesidad de oxigenoterapia ventilación
- Puntuación de 0 a 3: neonato crítico, necesidad de compresión cardiaca, ventilación, terapia intensiva inmediata.

### **3.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA INCUBADORA NEONATAL.**

La incubadora es un equipo médico que posee una cámara, dentro de la cual se coloca al neonato con el fin de proporcionarle, un medio ambiente controlado. Dependiendo del tipo de incubadora, puede controlar la temperatura, la humedad y la oxigenación del aire que rodea al paciente, o alguno de estos parámetros.

Cada uno de los componentes mecánicos y físicos que forman la incubadora, así como los sensores que miden las diferentes variables, deben estar sincronizados y en perfecto funcionamiento para que el micro ambiente del neonato no se altere.

#### **3.2.3.1 PARTES DE LA INCUBADORA.**

Dos componentes fundamentales de una incubadora neonatal son la cúpula y el chasis como se muestra en la figura 4,1. La cúpula es esencial para mantener los medios necesarios para el neonato.

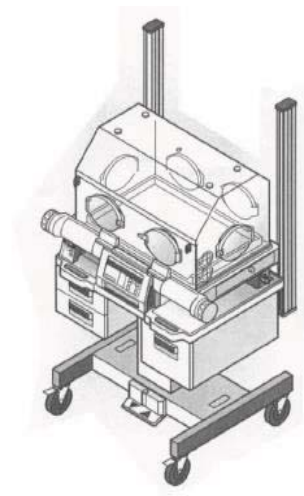
Por su parte, el chasis contiene la fuente de poder y los sensores que alertan en caso de falla, para la protección del neonato.

**CUPULA O CUBIERTA:** Es la responsable de aislar al bebé y crear una barrera entre el ambiente externo y el micro ambiente generado por la incubadora; esto significa que lo protege de situaciones como corrientes de aire, bajas temperaturas, entre otros. La cubierta debe cumplir ciertas características especiales; debe permitir la visibilidad del bebé y estar hecha de un material que no reaccione con el oxígeno, para evitar la corrosión en casos donde sea necesaria la oxigenoterapia.

Generalmente se utiliza un material acrílico que contiene cierto porcentaje de polipropileno y otros polímeros, y tiene aproximadamente 6mm de grosor, suficientes para aislar el ambiente externo del micro ambiente de la incubadora. Las medidas estándares de una incubadora son 90cm de largo, 40cm de anchura y 45cm de altura.

La cúpula debe tener diferentes puertas de acceso para facilitar el cuidado del neonato, reducir al mínimo la pérdida de temperatura y, en general, evitar cambios bruscos en el ambiente interno y el menor contacto con el medio exterior. Las incubadoras cuentan con dos puertas frontales, dos laterales y dos posteriores, cada una cubierta por un plástico especial para atenuar la pérdida de calor; además, cuentan con una puerta grande en la parte frontal, por donde se introduce el bebé.

**EL CHASIS:** Es la base metálica de la incubadora. En él se encuentran los diferentes sensores y la fuente de poder, y sobre él se localiza el porta colchón. Debe construirse con un material resistente que soporte el peso del neonato y de la cúpula, además de ser altamente termo resistente, para que no se deforme fácilmente debido a las temperaturas que se registran tanto dentro de la incubadora como en el chasis.



**Figura 3,12: Incubadora Neonatal Estándar**

### **3.2.4 PRINCIPIOS DE OPERACIÓN DE LA INCUBADORA NEONATAL.**

La energía calorífica puede ser transferida de tres maneras: conducción, convección y radiación. La incubadora transfiere calor al paciente principalmente por convección, es decir, la transferencia de calor se realiza por medio de un fluido (aire) en movimiento. La circulación del aire se logra gracias a un ventilador o a una turbina que



lo toma el aire del exterior y lo pasa a través de un elemento calefactor antes de impulsarlo hacia el interior de la cámara donde se encuentra el paciente.

El elemento calefactor o la unidad de calor se activa por una señal eléctrica, la cual es proporcional a la diferencia entre la temperatura medida y el valor de referencia pre-establecido por el operador.

La variable de control puede ser la temperatura del aire de la incubadora o bien la temperatura de la piel de la región abdominal anterior del neonato.

El control de temperatura puede llevarse a cabo en dos modos:

- **Modo control aire:** El operador establece un valor de temperatura de control (de referencia) del aire en el interior de la incubadora. El sistema de calentamiento funcionará para que la temperatura del interior alcance el valor de referencia. Por lo general, el operador dispone de la monitorización y visualización de las temperaturas de referencia, del interior de la incubadora y del paciente (para lo cual, se emplea un sensor corporal).

En el caso, de que el sistema de control de la incubadora detecte diferencias entre la temperatura de control y la del aire de la cámara y que estas diferencias superen el rango preestablecido (por el mismo operador), se dispararán las alarmas audibles y visibles; en algunos casos extremos se inhabilita el sistema de calentamiento como mecanismo de seguridad.

- **Modo control paciente o servo-controlado:** El operador establece un valor de referencia de la temperatura deseada en el neonato; de este modo el sistema de calentamiento estará en operación hasta que el paciente alcance la temperatura deseada programada por el operador (temperatura de equilibrio). Para conseguir

esto, la incubadora necesita medir continuamente la temperatura real del paciente, lo cual se logra mediante la colocación de un sensor de temperatura corporal; esta monitorización continua es la fuente de información que retroalimenta al sistema para que dirija el funcionamiento del calefactor. Al igual que en el modo control de aire, existen alarmas que se activan por diferencias de temperatura, en este caso, entre la temperatura de referencia y la temperatura del paciente.

El intercambio de calor entre el neonato y su entorno, se ve influenciado por muchos factores como: el tamaño del neonato, la tasa metabólica del neonato, las propiedades térmicas del colchón y de las paredes de la incubadora, la temperatura, humedad y velocidad del aire, la temperatura y condiciones del aire que entra a las vías respiratorias del neonato, especialmente si tiene conectado un sistema de ventilación pulmonar artificial, entre otros factores. En consecuencia, es muy importante tratar de controlar cada uno de los factores para poder obtener y mantener un ambiente térmico neutral para el neonato.

La humedad del aire es un factor relevante, sobre todo en climas secos, debido a que el aire caliente circulante hace perder humedad al paciente, reseca su piel y mucosas, lo que favorece las infecciones. Para proporcionar humedad en la incubadora, el flujo de aire se hace pasar por un contenedor de agua o por un humidificador. Las incubadoras más sofisticadas cuentan con un sistema de control específico para este parámetro, que además de medir el nivel de humedad, retroalimenta al mecanismo de control.

Por otra parte, y dadas las patologías de los neonatos, frecuentemente es necesario enriquecer el ambiente con oxígeno adicional, el cual es suministrado desde un

cilindro, tanque o toma mural de oxígeno, mediante una manguera y un flujómetro conectados a la incubadora.

Acorde a la complejidad tecnológica de la incubadora se puede encontrar integrado un sistema de control y monitoreo del nivel de oxígeno, para asegurar la efectividad de la terapia en el paciente; de manera que si de fábrica el equipo no cuenta con este sistema de control es necesario incorporar al menos un monitor externo que determine la concentración de oxígeno.

Actualmente, los diferentes desarrollos tecnológicos basan su operación en un microprocesador que con algoritmos de control y medición controlan todas las funciones de la incubadora.

### **3.2.5 TIPOS DE INCUBADORAS.**

Comercialmente, los tipos de incubadoras difieren en la manera y forma en que están construidas o en sus sistemas de control y calefacción. Sin embargo, todas incluyen de manera general los componentes siguientes:

- Cámara de material transparente, dentro del cual, se coloca al neonato y donde se genera un microclima controlado.
- Colchón.
- Gabinete. Estructura que sirve de base y soporte para la cámara y sus sistemas de control. Usualmente, esta estructura se encuentra incorporada de tal manera que forma un solo cuerpo con todos los componentes que integran la incubadora y permite su movilización.

- Módulo de control de temperatura, en donde se puede seleccionar el modo de funcionamiento de la incubadora:
  - Modo de control de aire
  - Modo de control del paciente o servo-controlado.
  
- Humidificador. Los diseños incluyen depósitos o reservorios de agua para controlar la humedad relativa del ambiente en la incubadora ya sea manualmente o mediante un servo-control.
  
- Puerto o entrada para suministro de oxígeno
  
- Bloque o control de alarmas. Alarmas que son prefijadas de fábrica o bien ajustables por el operador. Éstas son audibles/visibles, y tienen como fin, incrementar la seguridad del paciente durante el tratamiento. Las alarmas que comúnmente se encuentran en los modelos de incubadoras son:
  - Temperatura de aire. En relación a la temperatura fijada por el usuario; se puede activar la alarma por temperatura alta o baja del aire.
  - Temperatura de la piel. En relación a la temperatura fijada por el usuario, se puede activar la alarma por temperatura alta o baja de la piel del paciente.
  - Sensor. Se activa en caso de falla del sensor de temperatura del paciente.
  - Falla general del sistema.
  - Filtros de entrada de aire. Esta alarma se activa cuando existe resistencia en la entrada al flujo del aire exterior hacia el interior de la incubadora, el cual es succionado por un ventilador invertido.

Convencionalmente, se identifican dos grupos de incubadoras:

### **3.2.5.1 INCUBADORAS DEL TIPO ESTACIONARIO.**

Son incubadoras que se encuentran ubicadas en áreas de urgencias, cuidados intensivos, cuidados intermedios y cuidados transitorios y eventualmente en áreas asignadas a cuidados fisiológicos.

### **3.2.5.2 INCUBADORAS DEL TIPO PARA TRASLADO.**

Las incubadoras de traslado (figura 4,2), como su nombre lo dice, son sistemas usados para transportar neonatos ya sea dentro de la unidad médica o bien fuera de la unidad médica. Dicho transporte puede ser terrestre o aéreo. Por lo general, son más ligeras y más pequeñas a fin de facilitar su movilidad y manejo para ingresar o salir de vehículos de emergencia, quirófanos, salas de rayos x, etc.



**Figura 3,13: Incubadora de transporte**

Estas incubadoras deben de:

- Operar con corriente alterna, corriente directa y/o con batería (120 VAC, 12 VDC, 24 VDC).
- Contar con los requerimientos de fortaleza de la estructura para poder ser transportada en aire y en tierra.
- Protección contra vibraciones y ruido externo
- Uso limitado de electromagnetismo para no interferir con medios de transporte aéreo.

### 3.2.5.3 CLASIFICACIÓN DE INCUBADORAS NEONATALES POR EL USO.

Tabla 3,2: Clasificación de incubadoras neonatales por el uso

Clasificación y resumen de características técnicas que marcan los diferentes niveles tecnológicos

Clasificación de equipo	Diferenciación de los niveles tecnológicos
Incubadora para cuidados generales	Servocontrol para ajuste de temperatura del aire Servocontrol para ajuste de temperatura de la piel del paciente Humidificación pasiva del aire.
Incubadora de cuidados intermedios para el recién nacido	Servocontrol para ajuste de temperatura del aire Servocontrol para ajuste de temperatura de la piel del paciente. Servocontrol de humedad del aire
Incubadora de cuidados intensivos para el recién nacido	Servocontrol para ajuste de temperatura del aire Servocontrol para ajuste de temperatura de la piel del paciente. Servocontrol de humedad del aire Servocontrol de la concentración de oxígeno. Báscula electrónica neonatal
Incubadora de cuidados especiales para el recién nacido	Equipo de funcionamiento dual con posibilidad de usarse como incubadora y cuna de calor radiante.
Incubadora de traslado	Para traslados de recién nacidos. Con modos de operación: corriente alterna, corriente directa y batería. Con regulador de temperatura. Monitor de transporte neonatal con al menos dos canales de despliegue, con los siguientes parámetros: ECG Respiración, NPBI, SPO2.

### **3.2.6 CONTROL PROPORCIONAL INTEGRAL DERIVATIVO – PID.**

Un PID (Proporcional Integral Derivativo) es un mecanismo de control por retroalimentación que se utiliza en sistemas de control industriales. Un controlador PID corrige el error entre un valor medido y el valor que se quiere obtener calculándolo y luego aplicando una acción correctora que puede ajustar al proceso.

El algoritmo de cálculo del control PID se da en tres parámetros distintos: el proporcional, el integral, y el derivativo los cuales presentan sus respectivas constantes.

#### **3.2.6.1 SIGNIFICADO DE LAS CONSTANTES DEL PID.**

- **P constante de proporcionalidad:** Se puede llamar como el valor de la ganancia del controlador o el porcentaje de banda proporcional. Ejemplo: Cambia la posición de la válvula proporcionalmente a la desviación de la variable respecto al punto de consigna. La señal P, mueve la válvula siguiendo fielmente los cambios de temperatura multiplicados por la ganancia.
- **I constante de integración:** Indica la velocidad con la que se repite la acción proporcional.
- **D constante de derivación:** Hace presente la respuesta de la acción proporcional duplicándola, sin esperar a que el error se duplique. El valor indicado por la constante de derivación es el lapso de tiempo durante el cual se manifestará la acción proporcional correspondiente a 2 veces el error y después desaparecerá. Ejemplo: Mueve la válvula a una velocidad proporcional a la desviación respecto al punto de consigna. La señal I, va sumando las áreas

diferentes entre la variable y el punto de consigna repitiendo la señal proporcional según el tiempo de acción derivada (minutos/repetición).

Tanto la acción Integral como la acción Derivativa, afectan a la ganancia dinámica del proceso. La acción integral sirve para reducir el error estacionario, que existiría siempre si la constante  $K_i$  fuera nula. Ejemplo: Corrige la posición de la válvula proporcionalmente a la velocidad de cambio de la variable controlada. La señal  $d$ , es la pendiente (tangente) por la curva descrita por la variable.

La salida de estos tres términos, el proporcional, el integral, y el derivativo son sumados para calcular la salida del controlador PID. Definiendo  $u(t)$  como la salida del controlador, la forma final del algoritmo del PID es:

$$u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}$$

### 3.2.6.2 AJUSTE DE LOS PARÁMETROS DEL PID

El objetivo de los ajustes de los parámetros PID es lograr que el bucle de control corrija eficazmente y en el mínimo tiempo los efectos de las perturbaciones; se tiene que lograr la mínima integral de error. Si los parámetros del controlador PID (la ganancia del proporcional, integral y derivativo) se eligen incorrectamente, el proceso a controlar puede ser inestable, por ejemplo, que la salida de este varíe, con o sin oscilación, y está limitada solo por saturación o rotura mecánica.



Ajustar un lazo de control significa ajustar los parámetros del sistema de control a los valores óptimos para la respuesta del sistema de control deseada. El comportamiento óptimo ante un cambio del proceso o cambio del "setpoint" varía dependiendo de la aplicación. Generalmente, se requiere estabilidad ante la respuesta dada por el controlador, y este no debe oscilar ante ninguna combinación de las condiciones del proceso y cambio de "setpoints". Algunos procesos tienen un grado de no-linealidad y algunos parámetros que funcionan bien en condiciones de carga máxima no funcionan cuando el proceso está en estado de "sin carga". Hay varios métodos para ajustar un lazo de PID. El método más efectivo generalmente requiere del desarrollo de alguna forma del modelo del proceso, luego elegir P, I y D basándose en los parámetros del modelo dinámico. Los métodos de ajuste manual pueden ser muy ineficientes. La elección de un método dependerá de si el lazo puede ser "desconectado" para ajustarlo, y del tiempo de respuesta del sistema. Si el sistema puede desconectarse, el mejor método de ajuste a menudo es el de ajustar la entrada, midiendo la salida en función del tiempo, y usando esta respuesta para determinar los parámetros de control. Ahora describimos como realizar un ajuste manual.

#### AJUSTE MANUAL

Si el sistema debe mantenerse "online", un método de ajuste es el de primero setear los valores de I y D a cero. Incrementar P hasta que la salida del lazo oscile, luego P debe ser configurada a aproximadamente la mitad del valor configurado previamente. Ahora incrementar D hasta que el proceso se ajuste en el tiempo requerido aunque subir mucho D puede causar inestabilidad. Finalmente, incrementar I, si se necesita, hasta que el lazo sea lo suficientemente rápido para alcanzar su referencia luego de una variación brusca

de la carga. Un lazo de PID muy rápido tiene como ventaja alcanza su “setpoint” de manera veloz, aunque algunos sistemas no son capaces de aceptar este disparo brusco; en estos casos se requiere de otro lazo con un P menor a la mitad del P del sistema de control anterior.

### **3.2.6.3 ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CONTROL POR PID.**

1. Un sensor, que determine el estado del sistema
2. Un controlador, que genere la señal que gobierna al actuador.
3. Un actuador, que modifique al sistema de manera controlada (resistencia eléctrica, motor, válvula, bomba, etc.).

El sensor proporciona una señal analógica o digital al controlador, la cual representa el *punto actual* en el que se encuentra el proceso o sistema. La señal puede representar ese valor en tensión eléctrica intensidad de corriente eléctrica o frecuencia

El controlador lee una señal externa que representa el valor que se desea alcanzar. Esta señal recibe el nombre de punto de consigna (o punto de referencia), la cual es de la misma naturaleza y tiene el mismo rango de valores que la señal que proporciona el sensor. Para hacer posible esta compatibilidad y que, a su vez, la señal pueda ser entendida por un humano, habrá que establecer algún tipo de interfaz (HMI-Human Machine Interface), son pantallas de gran valor visual y fácil manejo que se usan para hacer más intuitivo el control de un proceso.

El controlador resta la señal de punto actual a la señal de punto de consigna, obteniendo así la señal de error, que determina en cada instante la diferencia que hay entre el valor deseado (consigna) y el valor medido. La señal de error es utilizada por cada uno de los

3 componentes del controlador PID. Las 3 señales sumadas, componen la señal de salida que el controlador va a utilizar para gobernar al actuador. La señal resultante de la suma de estas tres se llama variable manipulada y no se aplica directamente sobre el actuador, sino que debe ser transformada para ser compatible con el actuador que usemos.

# **CAPÍTULO 4**

**MATERIALES Y**

**MÉTODOS**

## **CAPÍTULO 4**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### ***4.1 MATERIALES Y MÉTODOS PARA CENTRIFUGA DE TUBOS.***

##### **4.1.1 MATERIALES Y COMPONENTES PARA REDISEÑO DE LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.**

###### **Relación de dispositivos para el circuito “Control de Velocidad”**

1. 01 PIC 16F84 (el cual lo llamaremos Master).
2. 01 Cristal de 4 MHz
3. 02 Condensadores cerámicos de 27 pF.
4. 07 Resistencias de  $1K\Omega$ -1/2w.
5. 01 Diodo 1N4148.
6. 05 Switch normalmente abierto (Switch SW3 y SW4 de doble vía).
7. 02 Transistores BC558.
8. 02 Displays tipo catodo común.
9. 01 Circuito integrado TTL 74LS47.
10. 01 Placa con revestimiento de cobre de 10x15cm.
11. Fuente de alimentación de 5Vdc.

**Relación de dispositivos para el circuito “Sensor Óptico”**

1. 01 Resistencias de  $10\text{K}\Omega$ -1/2w.
2. 02 Resistencia de  $1\text{K}\Omega$ -1/2w.
3. 01 Sensor Óptico.
4. 01 Transistor BC558.
5. 01 Placa con revestimiento de cobre de 10x15cm.

**Relación de dispositivos para el circuito “Disparo Triac”**

1. 01 Circuito integrado MOC3014.
2. 01 Resistencia de  $330\Omega$ -1/2w.
3. 01 Resistencia de  $470\Omega$ -1/2w.
4. 01 Resistencia de  $1\text{k}\Omega$  -1/2w.
5. 01 Condensador cerámico 100nF/400V.
6. 01 Porta fusible y 01 fusible de 3 Amperios/250V.
7. 01 Triac BT136.

**Relación de dispositivos para el circuito “Cruce por Cero”**

1. 01 Transformador de 220Vac a 12Vac.
2. 05 Diodos 1N4148.
3. 01 Resistencia  $23\text{k}\Omega$  -1/2w.
4. 01 Resistencia  $22\text{k}\Omega$  -1/2w.

5. 01 Transistor 2N2222.
6. 01 Circuito Integrado 74LS14.

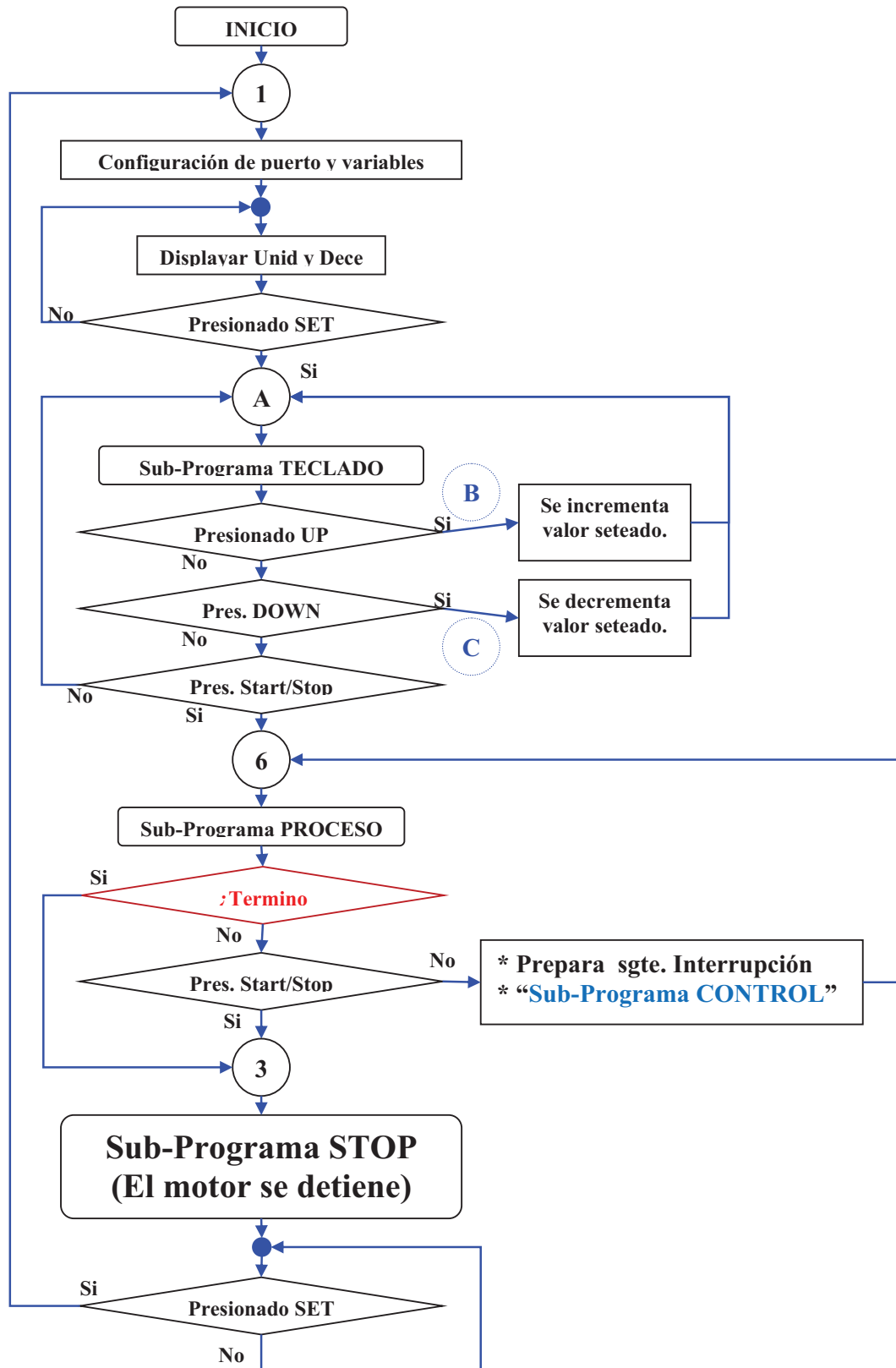
**Relación de dispositivos para el circuito “Control de Tiempo”**

1. 01 PIC 16F84 (el cual lo llamaremos Slave).
2. 01 Cristal de 4 MHz
3. 02 Condensadores cerámicos de 27 pF.
4. 05 Resistencias de  $1K\Omega$ -1/2w.
5. 01 Diodo 1N4148.
6. 05 Switch normalmente abierto.
7. 02 Transistores BC558.
8. 02 Displays tipo catodo común.
9. 01 Circuito integrado TTL 74LS47.
10. 01 Placa con revestimiento de cobre de 10x10cm.
11. Fuente de alimentación de 5Vdc.

**4.1.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CENTRÍFUGA A TUBOS.**

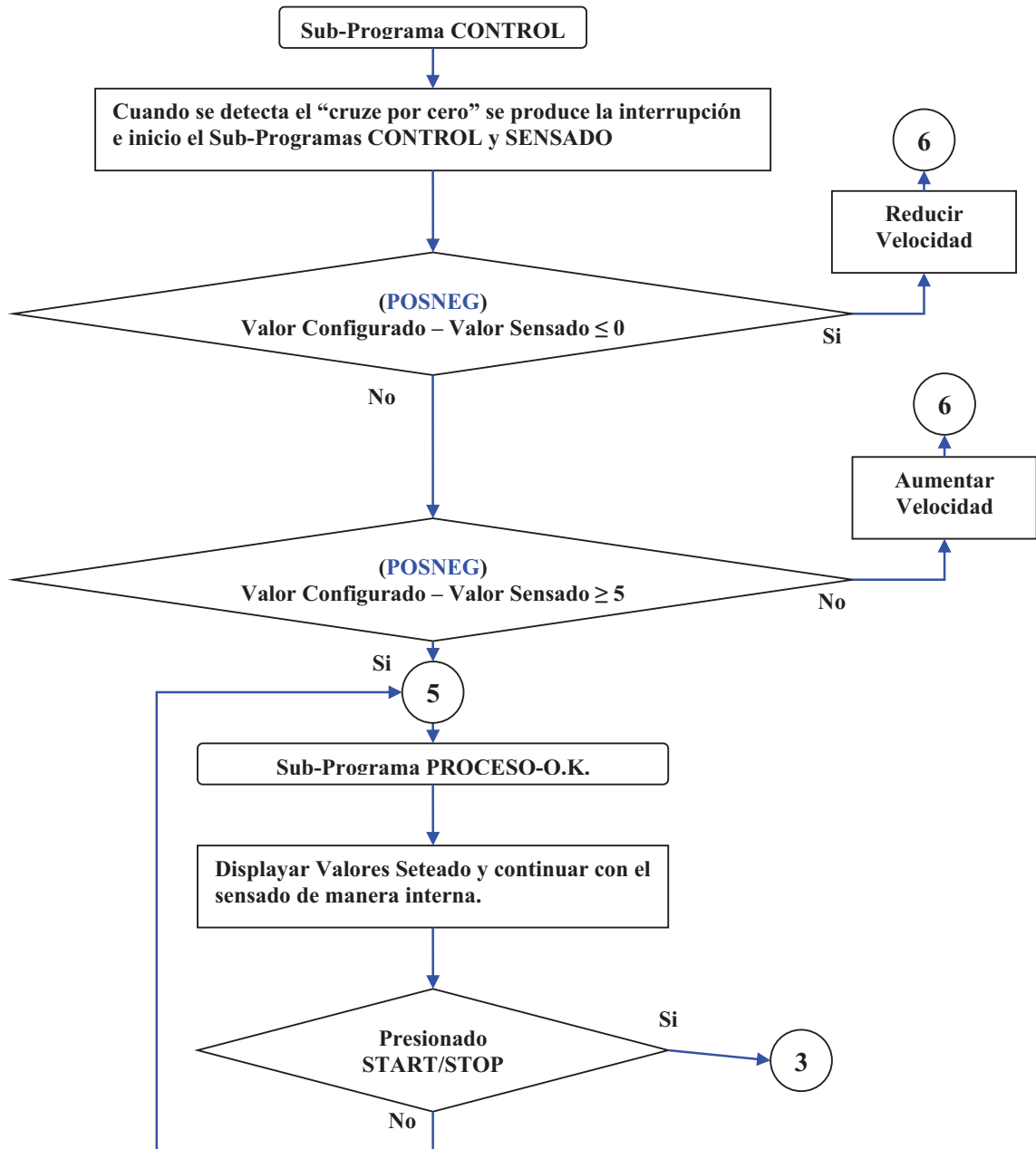
(Ver página 60)

Diagrama de flujo de Programa “CONTROL DE VELOCIDAD”

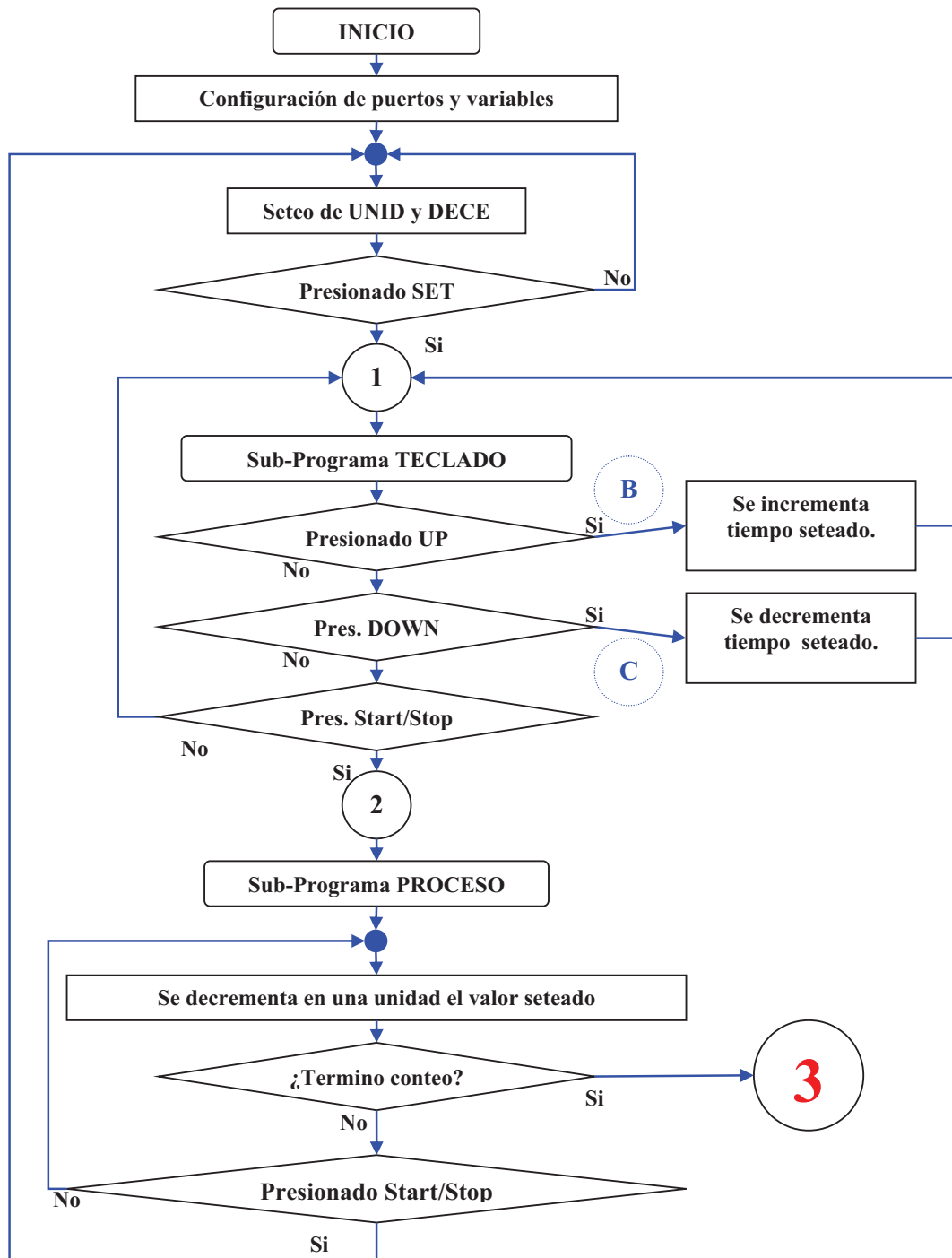




## Diagrama de flujo de Sub-Programa "CONTROL"



## Diagrama de flujo de Programa “CONTROL DE TIEMPO”



#### 4.1.3 EJECUCIÓN DEL REDISEÑO DE LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.

Antes de empezar a rediseñar el equipo recordaremos el tipo de control que realizará el “PIC Master” con el motor de la centrífuga. Este PIC monitorizará constantemente la velocidad de rotación para tomar decisión de control. A la vez se ejecutará un programa en paralelo en el “PIC Slave”, el cual controlará el tiempo de ejecución del proceso o también llamado temporización.

En el diagrama de bloques de la ilustración N° 11, se explica la forma como es controlado el motor de la centrífuga por el PIC MASTER y PIC SLAVE.

**Bloque “Sensor Óptico”**: Tiene la función de realizar mediante dispositivos ópticos tomas de muestras de velocidad de giro del motor, la data registrada es un tren de pulsos, y es estregado al bloque “Control de Velocidad”. El programa de este bloque esta contenido y ejecutado por el Pic Master.

**Bloque “Control de Velocidad”**: Tiene la función de analizar la velocidad registrada por el sensor óptico y tomar decisiones de incrementar la velocidad o reducirla. El programa de este bloque esta contenido y ejecutado por el Pic Master.

**Bloque “Cruce por cero”**: Tiene la función de detectar el momento exacto cuando una onda del 220 VAC empieza. Esta información es muy importante para controlar el momento de disparo del triac, por ejemplo si se desea reducir la velocidad de giro, ha

de suministrar poca cantidad de energía y para ello se debe de retardar el tiempo de disparo del triac. El programa de este bloque esta contenido y ejecutado por el Pic Master.

**Bloque “disparo del triac”:** Es el encargado de realizar los disparos de control del triac, posee una etapa de opto-acoplamiento para separar la parte de potencia la de control digital. El programa de este bloque esta contenido y ejecutado por el Pic Master.

**Bloque “Control de Tiempo”:** Este bloque es almacenado y ejecutado por el Pic Slave, Se encarga realizar el conteo descendente desde la cantidad (en minutos) configurada por el usuario.

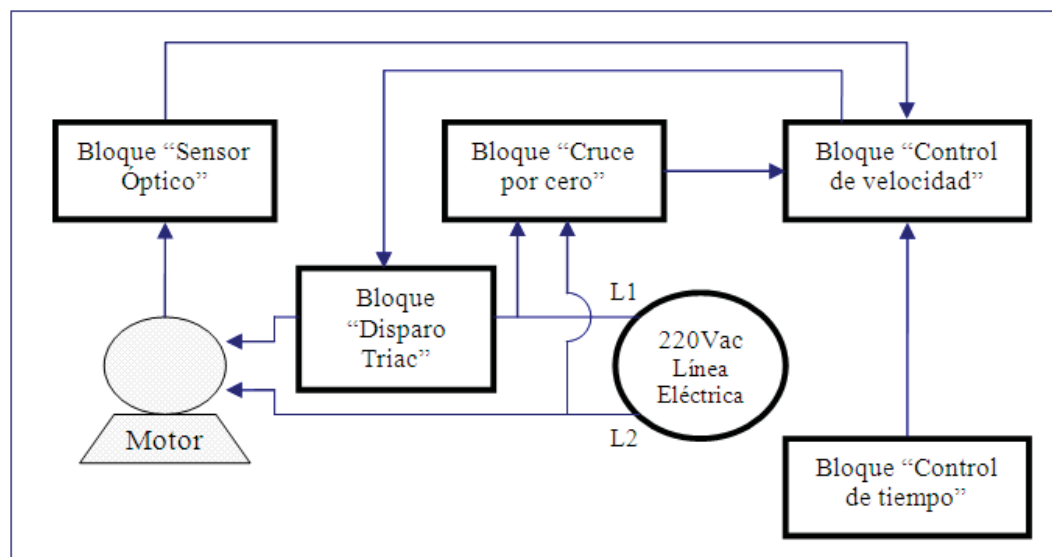


Figura 4,1: Diagrama de Bloques para control de Centrífuga

#### 4.1.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL REDISEÑO DE EQUIPO.

##### **Primer paso: Retirar la circuitería original obsoleta del equipo**

Se retiró todos los conectores, cables y tarjetas eléctricas y electrónicas que estuvieron dentro de la centrífuga. Solo fue necesario dejar el motor, verificando si este está en buen estado, asegurado los tornillos de sujeción.



Figura 4,2: Centrífuga a rediseñar

##### **Segundo paso: Confección de tarjetas electrónicas.**

Se confecciono los cinco circuitos (“Control de tiempo”, “Control de Velocidad”, “Cruce por cero”, “Disparo de triac” y “Sensor óptico”) en las placas de revestimiento de cobre. Los materiales y componentes han sido descritos anteriormente. Los programas de los PIC Master como Slave tienen que ser grabados con los programas presentados en este documento. Se trabajo con los compiladores de Mplab de la marca Microchip. Este software es gratuito y puede ser descargado desde la siguiente dirección electrónica;

[http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS\\_GET\\_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en534868](http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodeId=1406&dDocName=en534868).

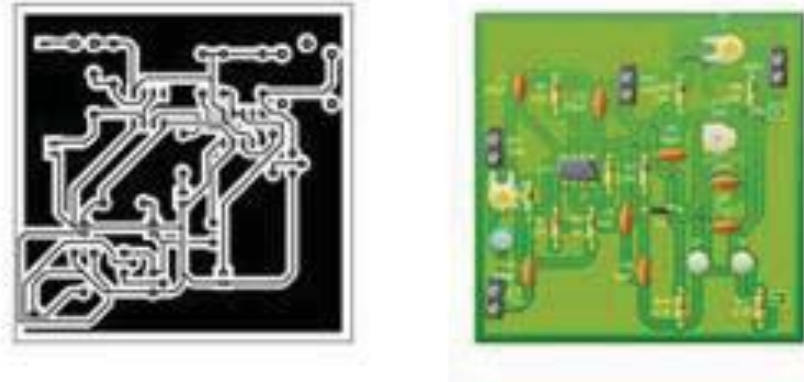


Figura 4,3: Tarjeta madre o principal fabricado

### Tercer Paso: Instalación del sensor óptico.

Este sensor fue colocado en el motor con mucho cuidado y bien fijado para que el motor no lo golpee al girar. El motor tiene una pequeña lengüeta del tamaño de 2 cm aproximadamente, esto se encarga de interrumpir el haz de luz que es generado por el led emisor del sensor al receptor, en cada vuelta cortara el haz de luz y esta información será registrada por el PIC Master.

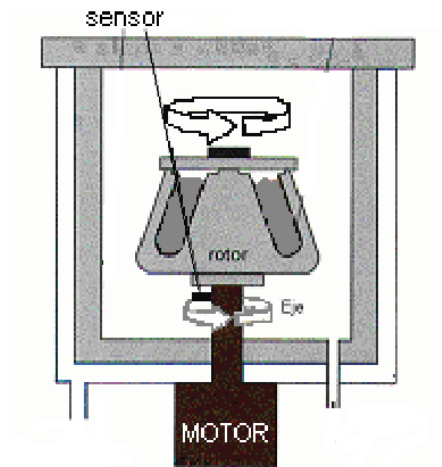


Figura 4,4: Posición del sensor óptico de velocidad

#### Cuarto Paso: Instalación de componentes.

Una vez fijado el sensor, se procedió a instalar y colocar las diferentes tarjetas electrónicas y la fuente de alimentación. Se tuvo mucho énfasis en colocar y cuadrar el panel de control de la centrífuga, pues este es un factor muy importante para la aceptación y familiarización del cliente con el equipo. Se recomienda copiar los colores, formas de los iconos para la fabricación del nuevo panel. En este caso está fabricado de acrílico. Se muestra a continuación el modelo final del panel.

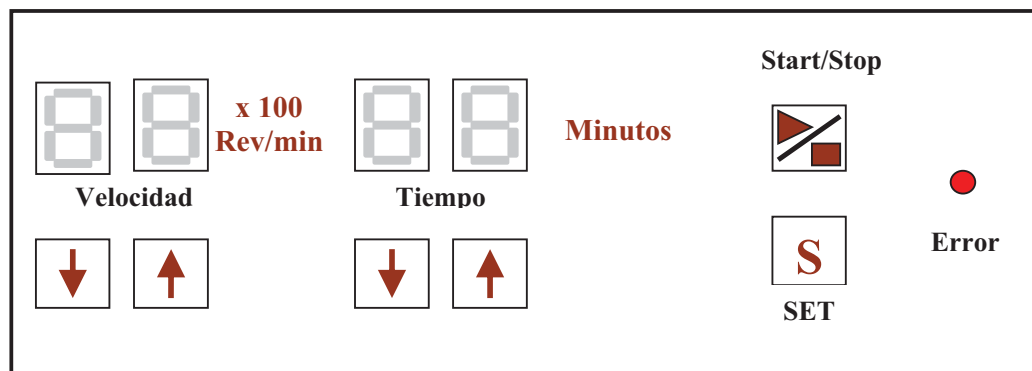


Figura 4,5: Panel frontal de centrífuga rediseñada

**Quinto Paso: Puesta en marcha del equipo.**

Una vez concluido el trabajo de instalación se cerró cuidadosamente el equipo. Entonces se alimenta con energía eléctrica de 220VAC para realizar la primera prueba del equipo. Para empezar a programar el equipo siempre es necesario presionar la tecla “SET”, si la tecla no ha sido presionada aun, los demás botones están inhabilitados.

Una vez presionado “SET”, podremos ahora fija la velocidad de trabajo (expresado en x100 Rev./min) y el tiempo de trabajo (expresado en minutos), cada display utiliza las teclas direccionales para incrementar o disminuir el valor a configurar.

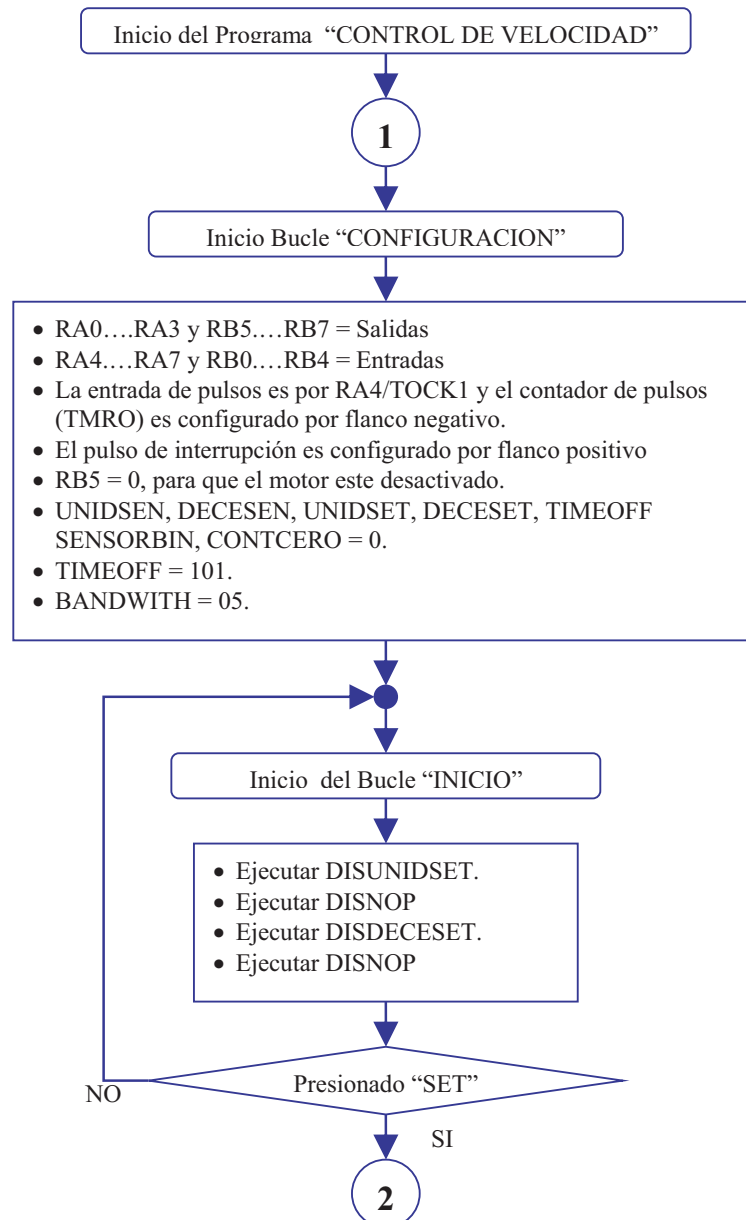
Una vez conformes con los valores se ha de presionar la tecla “Start/Stop” para empezar el proceso de centrifugación de las muestras. Si deseamos abortar o parar el proceso antes del tiempo cumplido podemos volver a presionar la tecla “Start/Stop”.

En caso de que ocurriera alguna anomalía se iluminara el led “Error”. Si se diera este caso es recomendable revisar la instalación cuidadosamente antes de poner en marcha otra vez el equipo.



#### 4.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CONTROL DE VELOCIDAD.

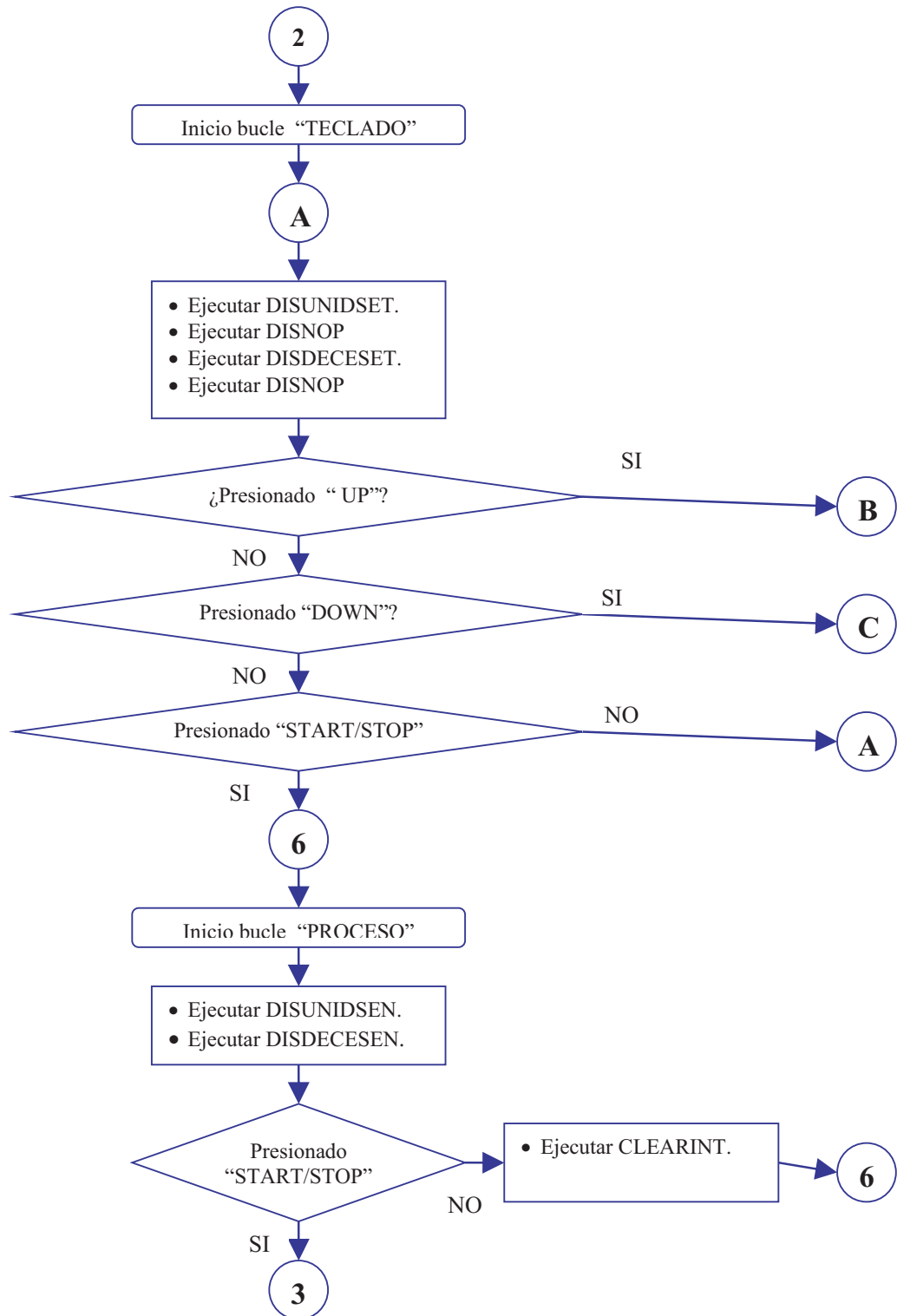
##### PROGRAMA “CONTROL DE VELOCIDAD”



**Descripción Control de Velocidad**

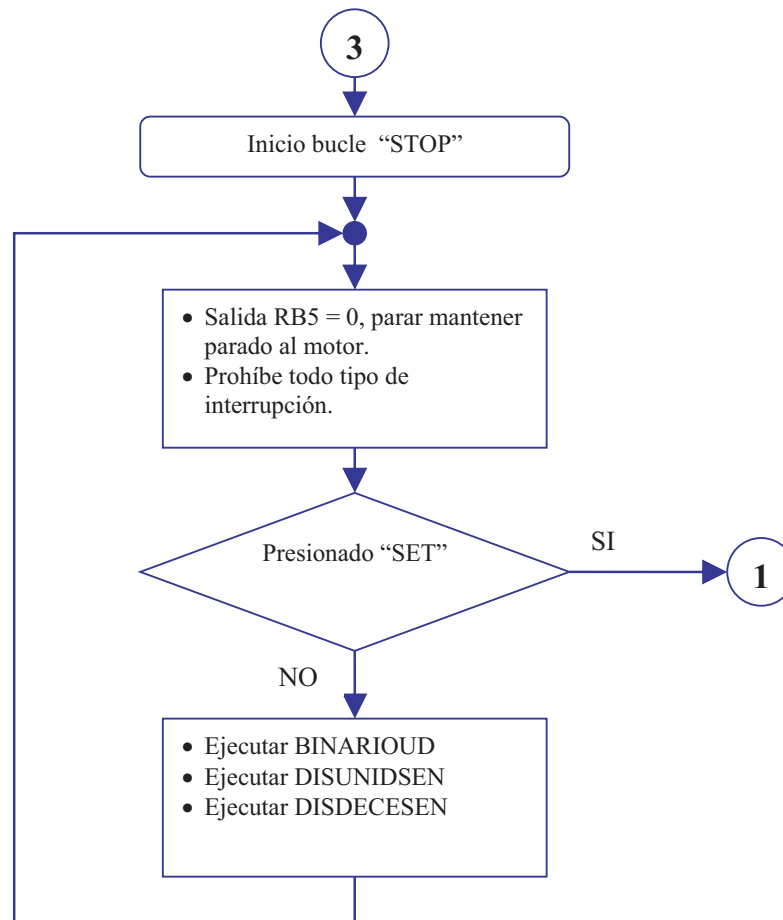
Este bucle tiene la función de configurar las entradas y salidas del PIC para que interactúe con otros dispositivos que conforma el circuito.

También verifica constantemente si la tecla “SET” es presionada para empezar la configuración del tiempo de temporización que necesita el usuario (bucle “TECLADO” de programa de Control de Velocidad)

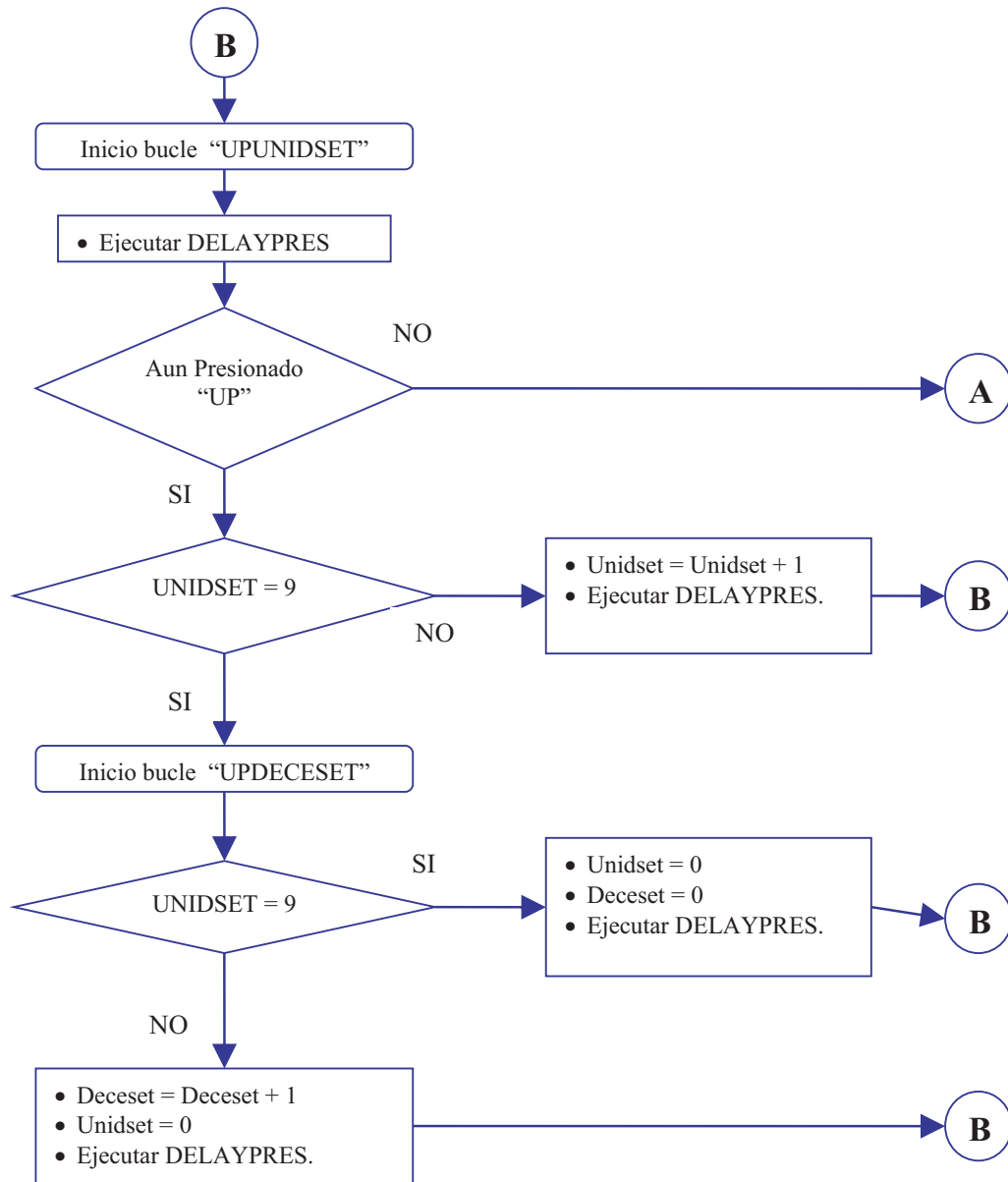
**PROGRAMA “TECLADO”**

**Descripción de Teclado**

Después de que haya sido presionada la tecla “SET”, este bucle monitorea constantemente si se ha presionado las teclas “UP” para incrementar el valor de configuración, “DOWN” para decrementar el valor de configuración y “STRAT/STOP” para comenzar con el bucle “PROCESO”. En caso de que no se presione ninguna tecla ejecuta bucle TECLADO una y otra vez hasta que una tecla sea presionada.

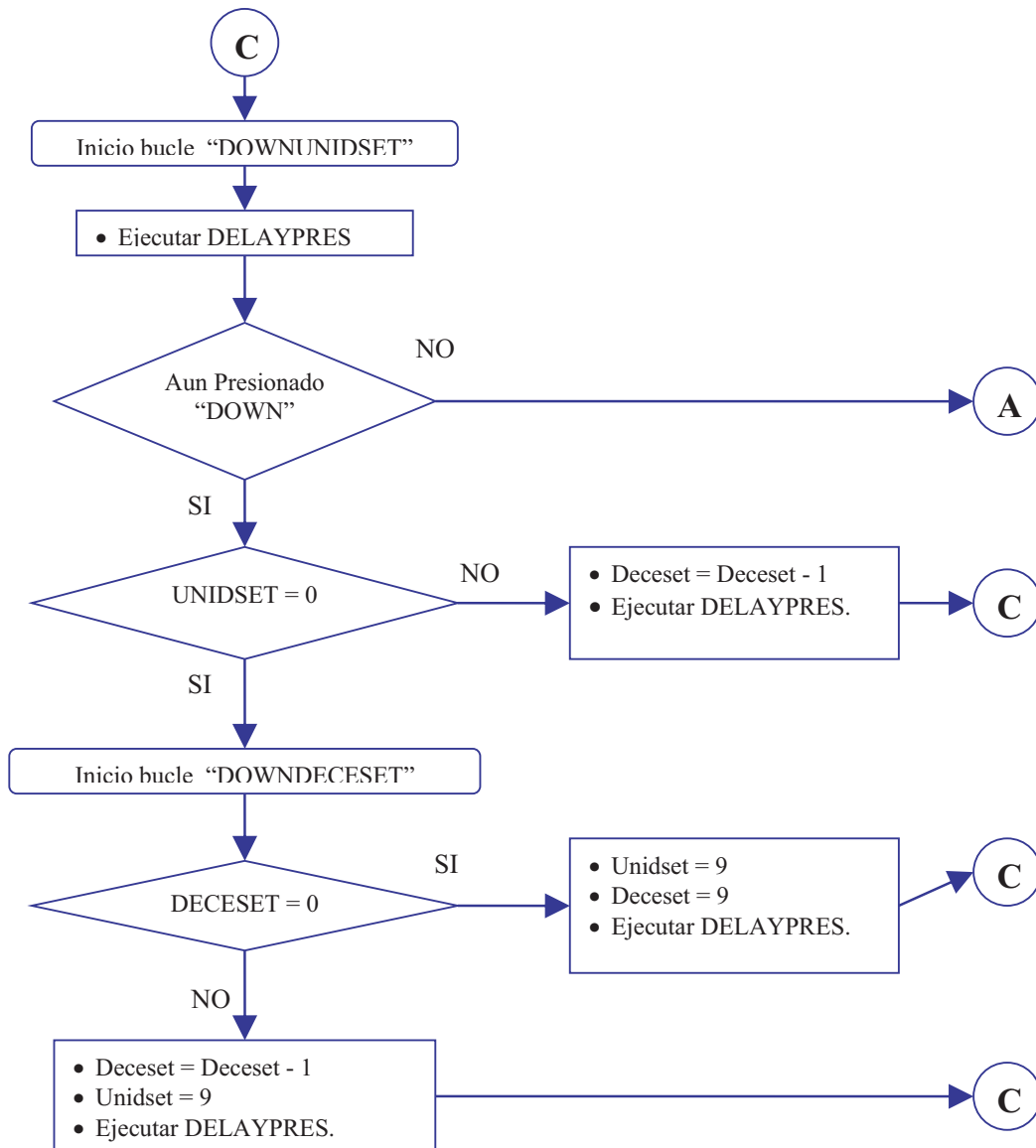
**Bucle “STOP”****Descripción de Stop:**

Este bucle tiene la función de mantener el motor sin giro alguno. Este ciclo es continuo solo interrumpido cuando es presionado la tecla SET para configurar nuevamente la velocidad de trabajo de la centrífuga para la próxima sesión.



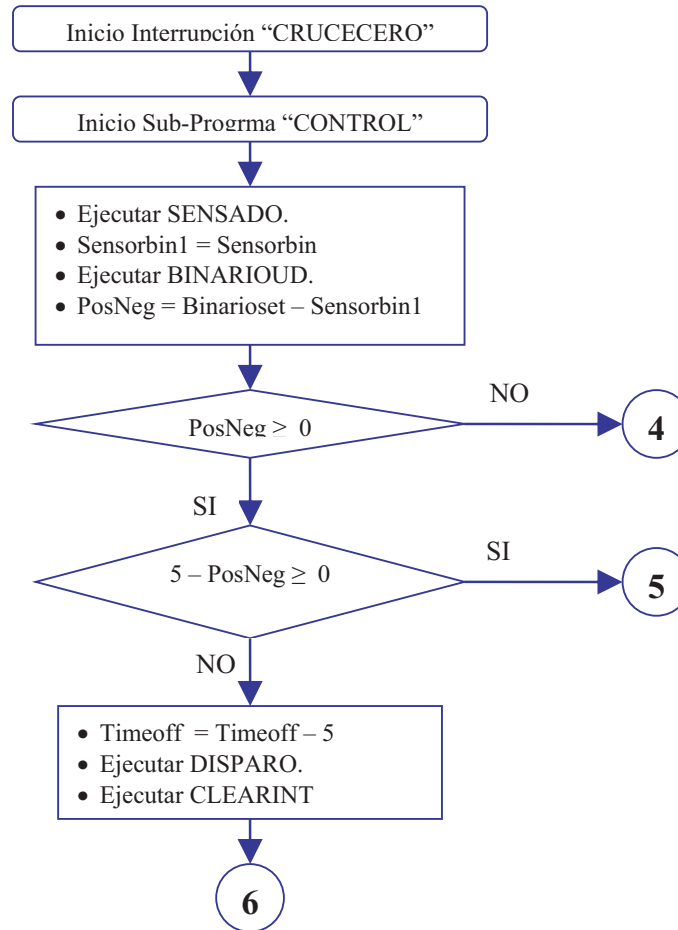
### Descripción Upunidset

Este bucle "UPUNIDSET" tiene la tarea de incrementar en una unidad el valor de configuración de rev/min, si la tecla continua presionado el valor seguirá ascendiendo hasta que la tecla se deje de presionarse. Si estamos en el valor 99 el siguiente valor volverá a 00.



### Descripción Downunidset

Este bucle "UPUNIDSET" tiene la tarea de decrementar en una unidad el valor de configuración de rev/min, si la tecla continua presionado el valor seguirá ascendiendo hasta que la tecla se deje de presionarse. Si estamos en el valor 99 el siguiente valor volverá a 00.

**Interrupción “CRUCECERO”****Descripción Crucecero:**

La interrupción “CRUCECERO” se ejecuta cada vez que el micro-procesador detecta sensa o detecta “el cruce por cero” (cuando empieza una comba positiva o negativa) en la onda 220VAC/60Hz.

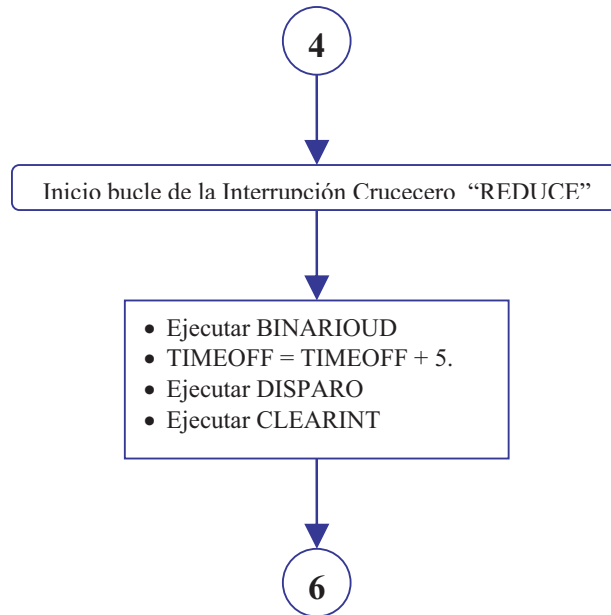
Este subprograma se inicia con el “Sub-programa CONTROL”, primero se realiza el sensado de la velocidad y el valor resultante es almacenado en la variable SENSORBIN (en binario), este último valor es copiado a la variable SENSORBIN1 también.

Se ejecuta BINARIOUD que toma la variable SENSORBIN para realizar la conversión a un valor decimal (Unidsen y Decesen).

Luego, en la variable POSNEG se almacena el resultado de la resta BINARIOSET y SENSORBIN1 (POSNEG = BINARIOSET - SENSORBIN1).

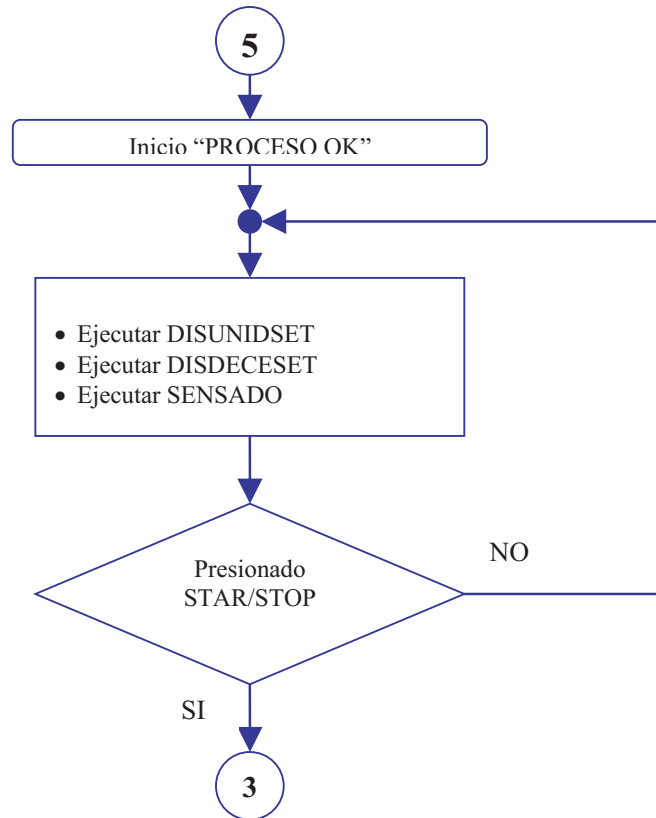


- Si POSNEG es un número negativo es señal de que la velocidad de sensado es mucho mayor a la velocidad configurado, entonces se ejecuta el sub-programa REDUCE.
- Si POSNEG es un número positivo: Se verifica si es mayor que 5 (la cantidad en decimal del valor 5 está almacenado en la variable BANDWIDTH desde el inicio del programa). El valor de BANDWIDTH significa la diferencia máxima permitido por el programa entre el valor sensado y el valor configurado por el usuario, para considerar que el proceso está perfectamente controlado.
  - Si POSNEG es mayor que 5; significa que la velocidad de sensado es mucho menor que el configurado, entonces será necesario incrementar la potencia entregada al motor para un mayor giro, por lo tanto se decrementará ( $\text{TIMEOFF} = \text{TIMEOFF} - 5$ ) el disparo del triac en 425 microsegundos antes que el disparo anterior. Para luego volver ir al bucle PROCESO, esperando una próxima interrupción y un nuevo análisis de disparo para el triac.
  - Si POSNEG es menor que 5, significa de que se ha alcanzado el control del motor en cuanto la velocidad de giro programada por el usuario. El programa ira al bucle “PROCESO OK”.

**Bucle de la Interrupción Crucecero “REDUCE”****Descripción Reduce:**

Esto es aplicado cuando la velocidad de sensado es mucho mayor a la velocidad de configuración.

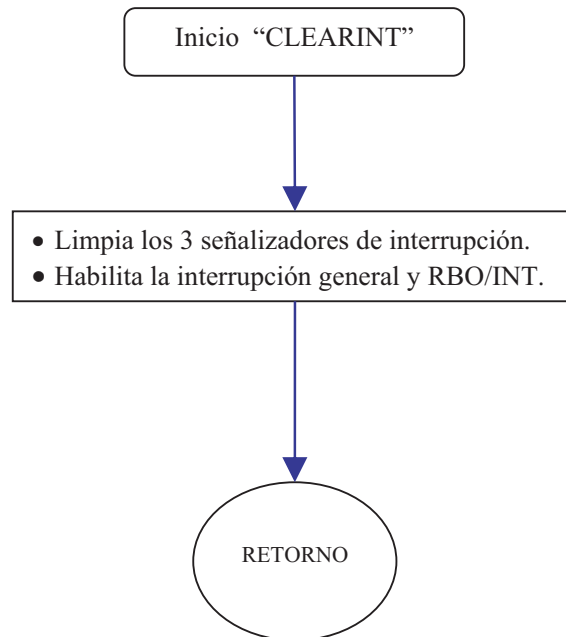
Se debe reducir la velocidad de giro del motor y para ello se incrementa el tiempo de disparo del triac en 485 micro segundos después que el disparo anterior.

**Bucle “PROCESO OK”****Descripción Procesook:**

Se llega a este bucle cuando se ha alcanzado control óptimo de la velocidad de giro del motor.

Permanece en este ciclo sin fin hasta que ocurran los siguientes casos.

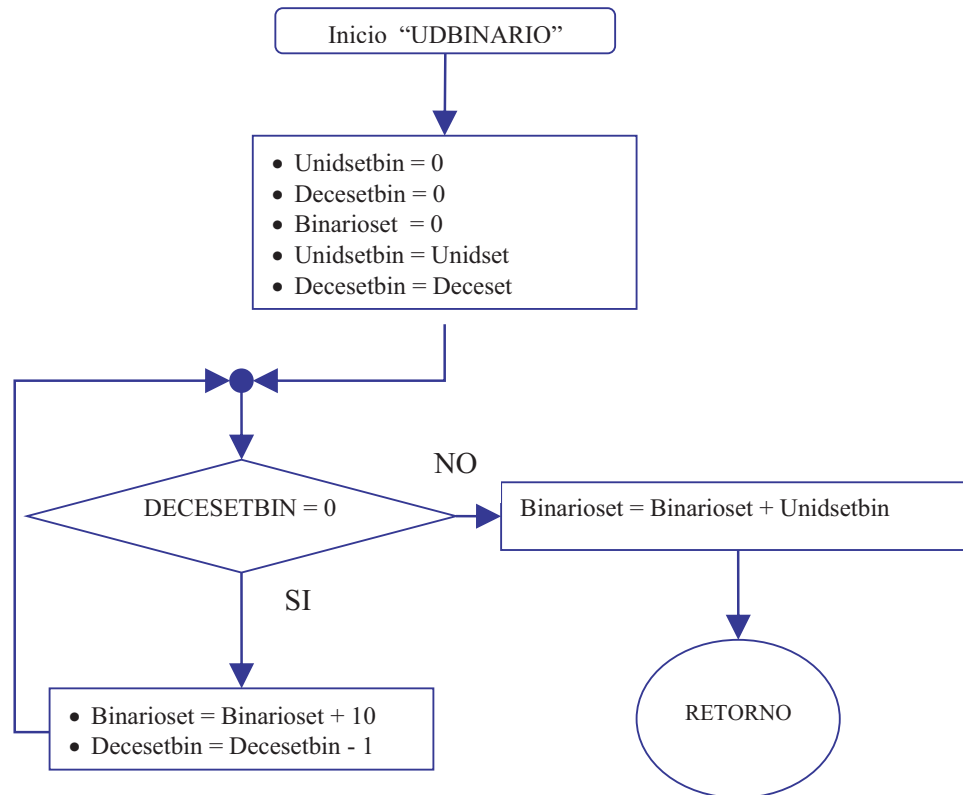
- Se pierda el control de velocidad del motor.
- Se detecte que se ha dado una orden de parar el proceso por parte del usuario.
- Termine el tiempo programada por el usuario en el PIC de temporización.

**Sub-Programa “CLEARINT”****Descripción Clearint:**

Después de que el PIC 16f84 registre alguna interrupción externa, los bits de señalización RBIF, INTF y TOIF toman el valor de “1”, y el bit GIE (control de interrupción general) toma el valor de “0”, todos estos bits pertenecen al registro INTCON. Mientras que el GIE permanezca a “0” no se podrá registrar la próxima interrupción.

El sub-programa tiene dos tareas, primero limpiar los bits de señalización, segundo colocar a “1” los bits INTE (interrupción externa por Terminal RBO/INF) y GIE. Esto hace que el microprocesador esté listo para registrar la próxima interrupción.

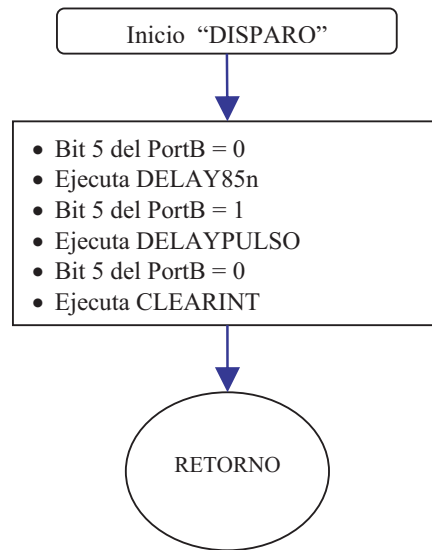
Cada cruce por cero de la onda de 220 VAC/60Hz de la red eléctrica provocara la interrupción y será registrada mediante patilla RBO/INF.

**Sub-Programa “UDBINARIO”****Descripción Udbinario:**

Este sub-programa tiene la función de convertir un número decimal a su equivalente en binario.

La data de ingreso para la conversión es la cantidad programada por el usuario antes de empezar el proceso de centrifugación. Utilizaremos las variables UNIDSET para almacenar las unidades y DECESET para las decenas de la cantidad programada. Después de ejecutarse el programa, dará como resultado el número equivalente pero en sistema binario en la variable BINARIOSSET.

La data de BINARIOSER será utilizado para comparar continuamente con la velocidad sensada para que el procesador tome una decisión.

**Sub-Programa “DISPARO”****Descripción Disparo:**

Para un mejor control de disparo del triac se ha dividido el periodo de la semi-onda de 220volt/60hz de la red eléctrica en 100 intervalos, cada intervalo dura 85 microsegundos.

El programa según el valor que tome la variable TIMEOFF determina en que en que intervalo se disparara el triac. La variable TIMEOFF puede tomar valores desde 1 a 100. Por ejemplo, si TIMEOFF = 80 el disparo será casi terminando la onda, entonces la cantidad de energía entregada al motor será muy pequeña. Peri si TIMEOFF = 10 el disparo será casi empezando la onda, entonces la cantidad de energía entregada es mucho mayor que en el caso anterior y por lo tanto el motor girara a una mayor velocidad.

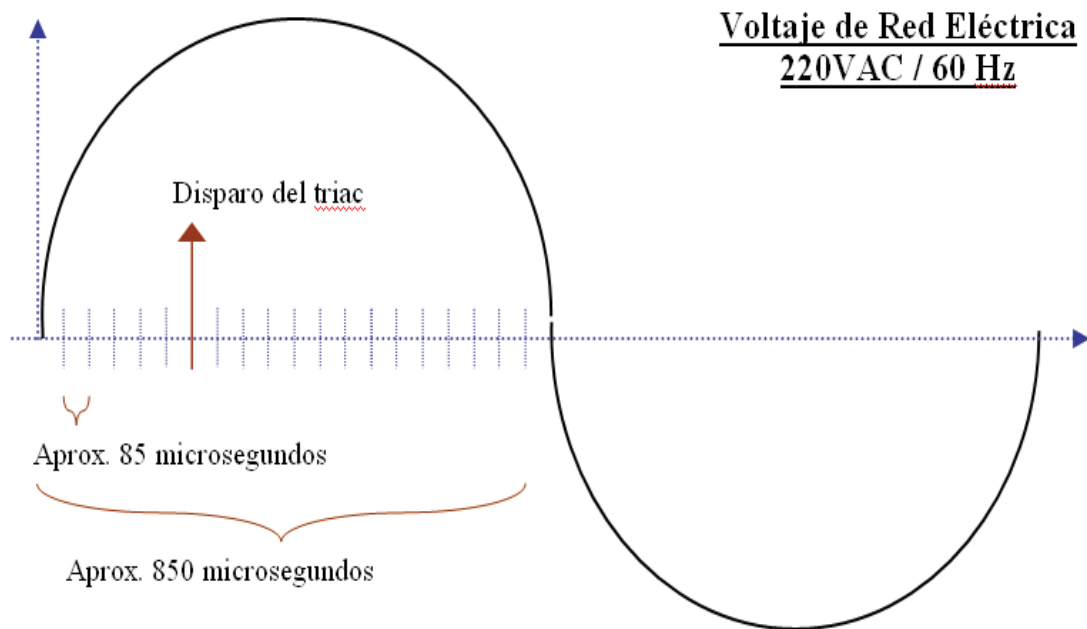
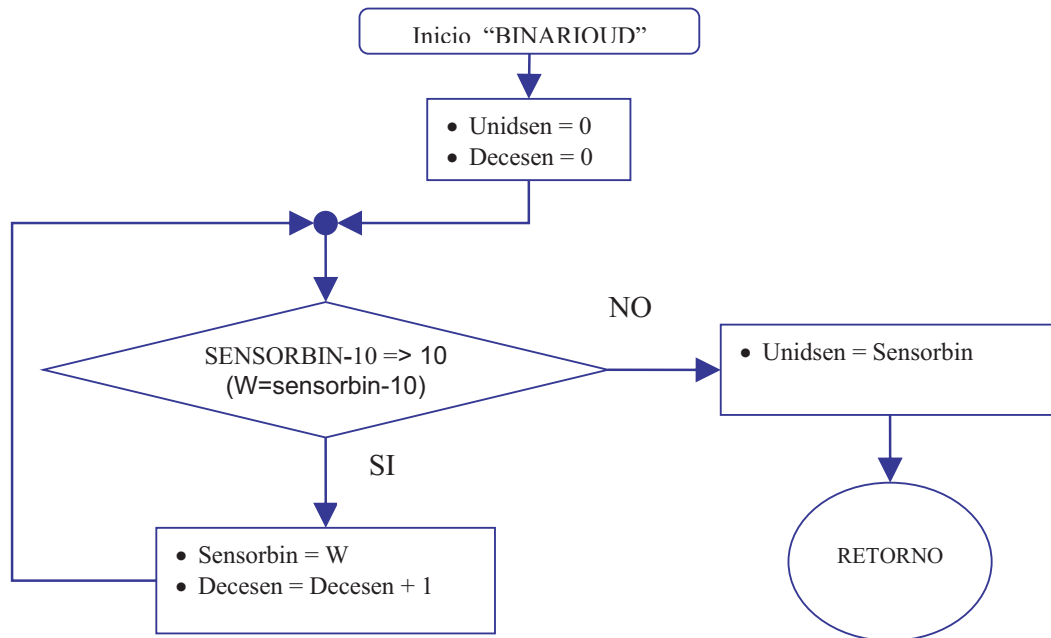


Figura 4,6: Ciclo de onda monofásica de 220 Vac

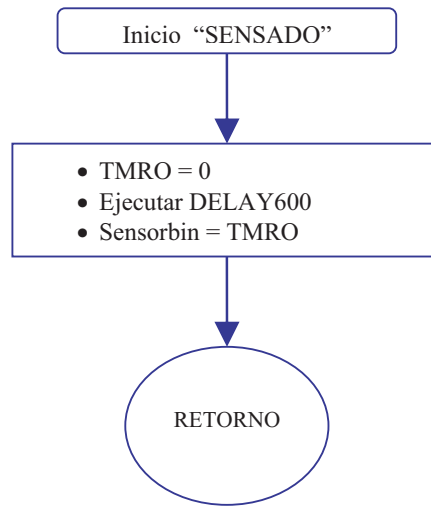
**Sub-Programa “BINARIOUD”****Descripción Binarioud:**

Este sub-programa tiene la función de convertir un número en el sistema binario y llevarlo a su equivalente en sistema decimal.

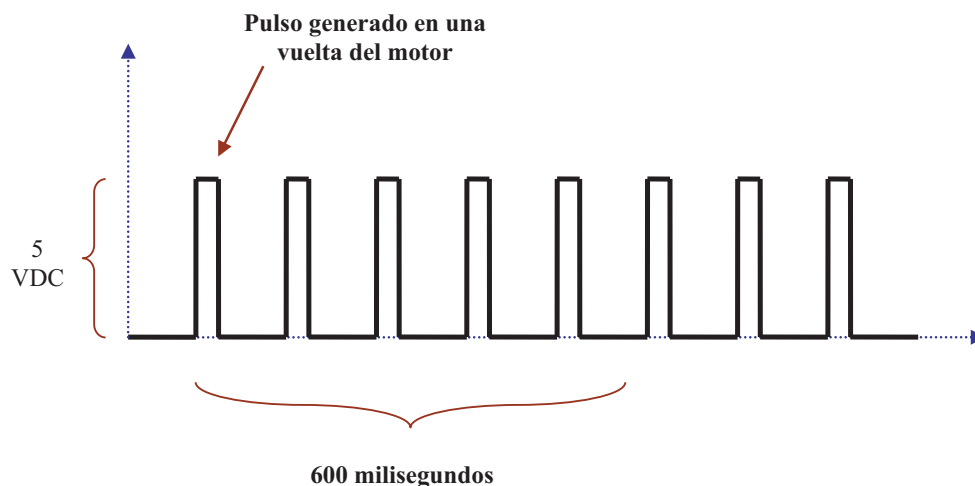
Los pulsos o revoluciones son contados y almacenados por el registro TMRO y la variable SENSORBIN. Este valor almacenado representa la cantidad revoluciones por minuto del motor, pero se encuentra en binario. Para ser presentado al usuario es necesario convertirlo a decimal.

Los datos convertidos son almacenados en las variables UNIDSEN y DECESEN.

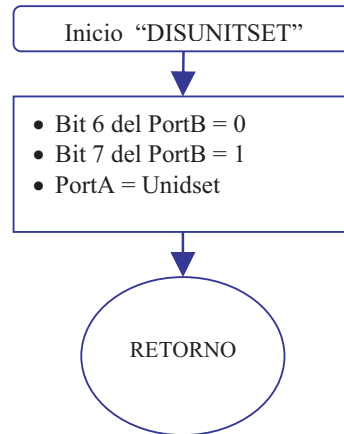


**Sub-Programa “SENSADO”****Descripción Sensado:**

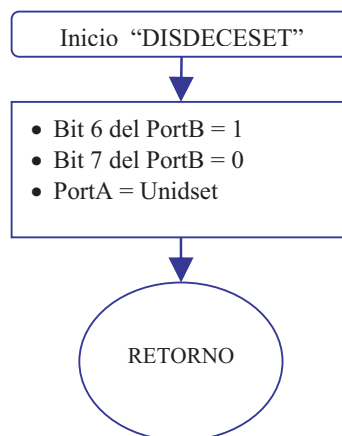
Este sub-programa tiene la función de sensar cada pulso que origina el motor al dar una vuelta de 360 grados, la toma de muestro de la velocidad se da en un periodos de 600 milisegundos. Los pulsos contados son almacenados en el registro TMRO y la variable SENSORBIN. El resultado esta expresado en un número binario.

**Pulsos Generados por el Motor**

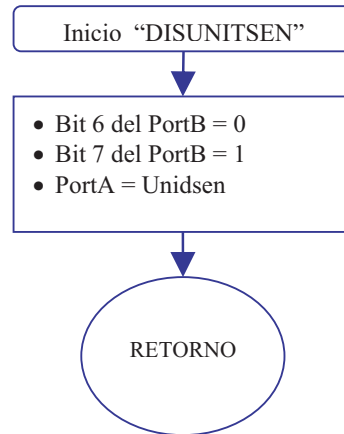
**Figura 4,7: Tren de Pulsos Provenientes del Motor**

**Sub-Programas “DISUNITSET”****Descripción Disunidser:**

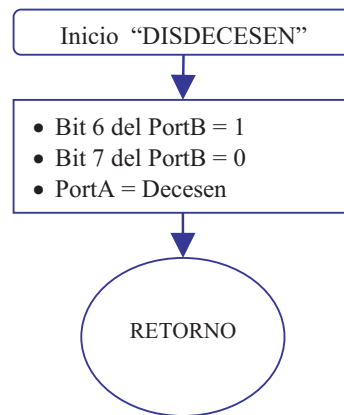
Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las unidades del valor de revoluciones por minuto que es seteada o configurada por el usuario.

**Sub-Programas “DISDECESET”****Descripción Disdeceset:**

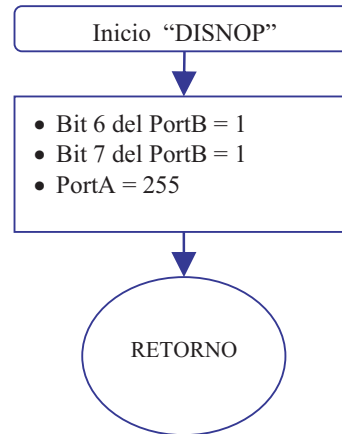
Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las decenas del valor de revoluciones por minuto que es seteada o configurada por el usuario.

**Sub-Programas “DISUNITSEN”****Descripción Disunitsen:**

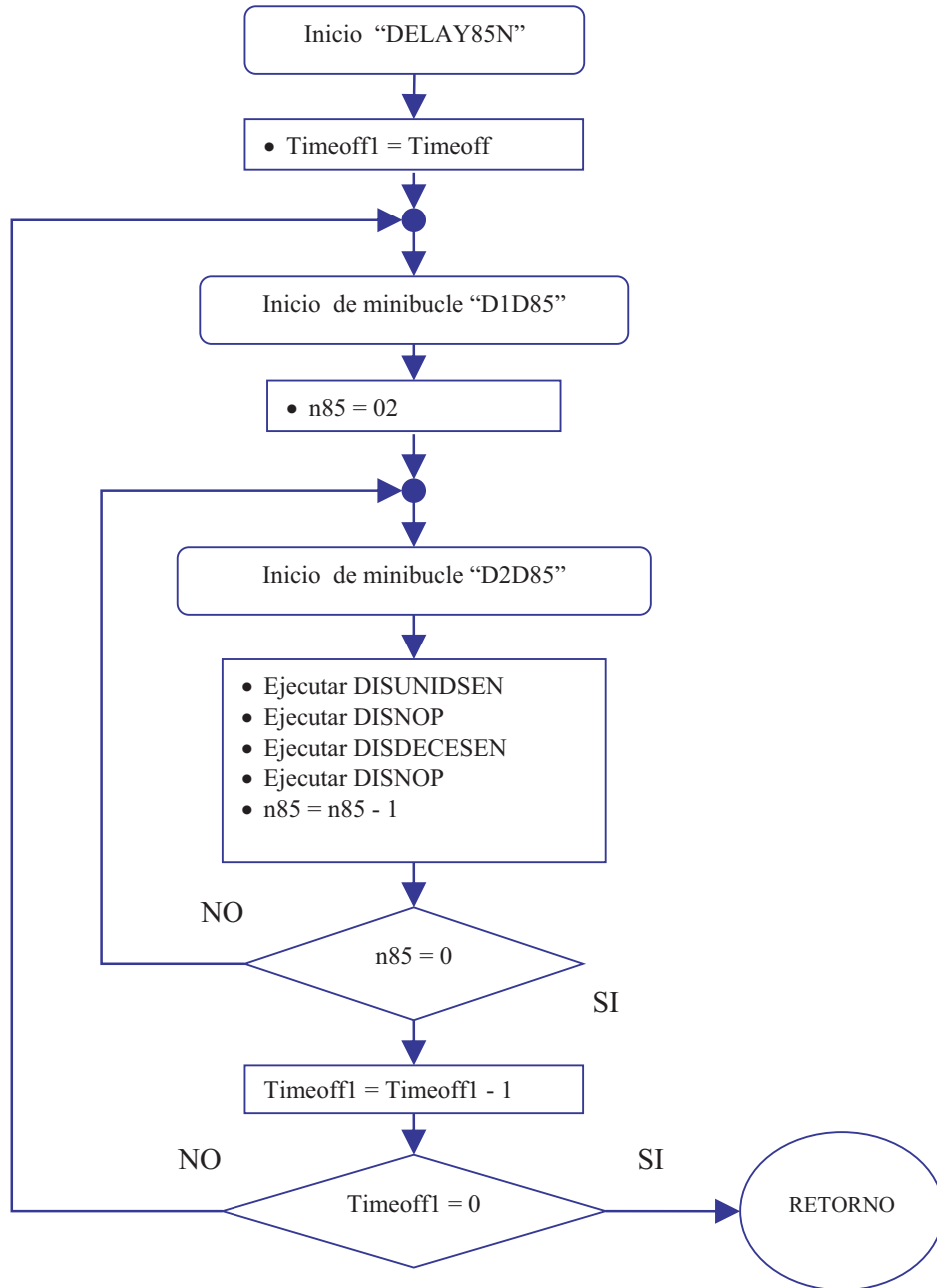
Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las unidades del valor de revoluciones por minuto que es sensada o medida por el microprocesador

**Sub-Programas “DISDECESEN”****Descripción Disdecesen:**

Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las decenas del valor de revoluciones por minuto que es sensada o medida por el microprocesador.

**Sub-Programas “DISNOP”****Descripción Disnop:**

Este sub-programa tiene la función NO mostrar en el display la cifra de las decenas ni las unidades. Esto es utilizado para no crear un efecto visual desagradable al usuario, pues tanto como las unidades y las decenas son displayadas de forma multiplexadas.

**Sub-Programa "DELAY85N"**

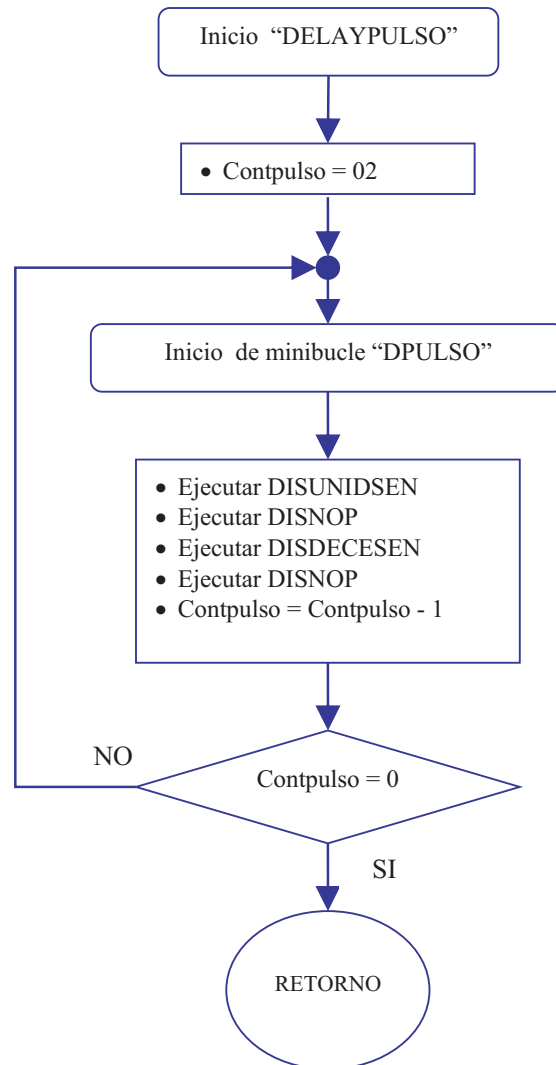
**Descripción Delay85n:**

Este sub-programa tiene la función de realizar conteos múltiplos de 85 microsegundos.

El contenido de la variable TIMEOFF determinara el factor que multiplicara a 85 mseg.

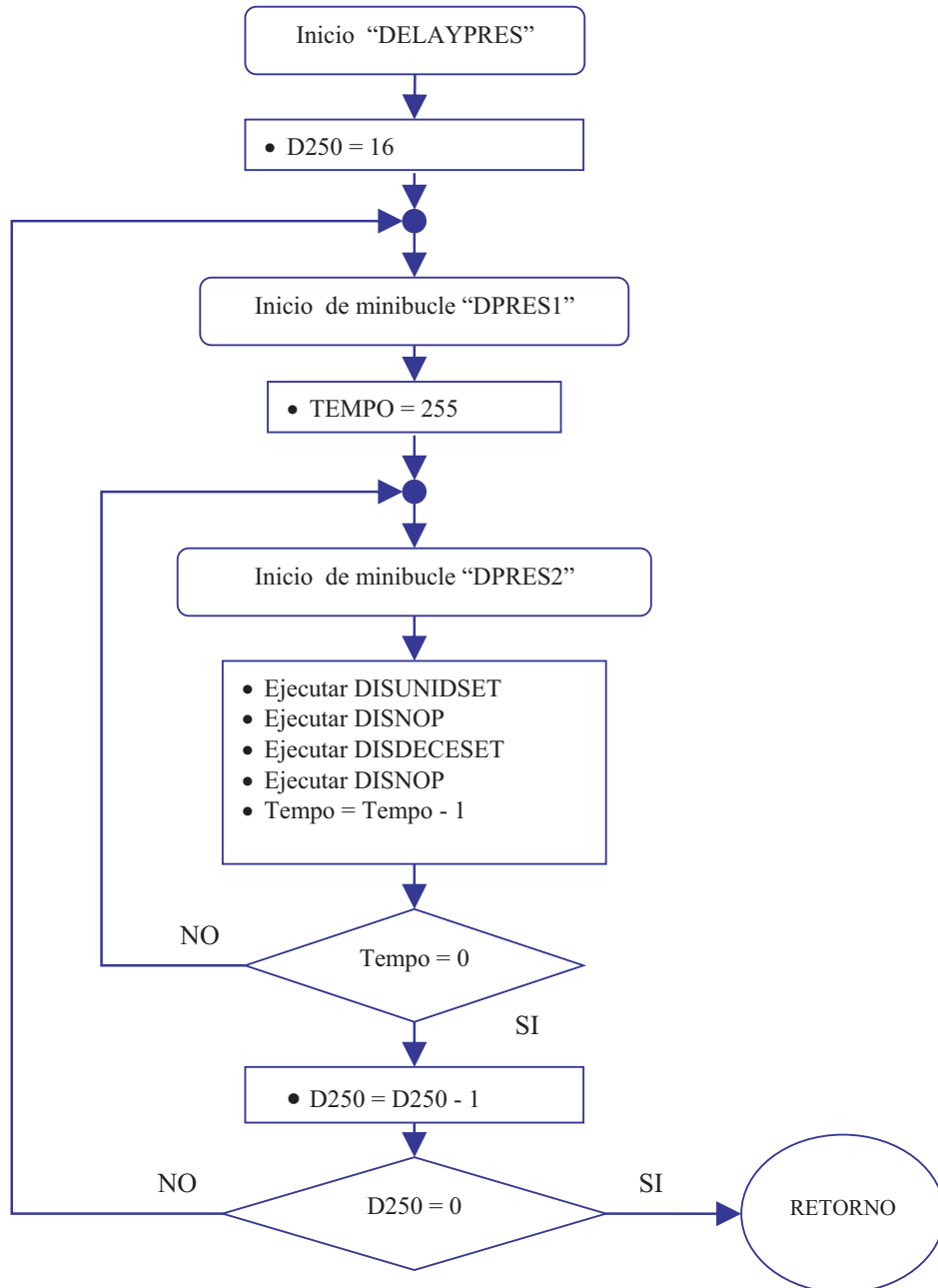
$$\text{Tiempo total de conteo} = \text{TIMEOFF} \times 85\text{ms}\ddot{e}\text{g} \quad (100 \geq \text{TIMEOFF} \geq 1).$$

Durante el conteo se visualizara en los display las rev/min registradas por el microprocesador. Después del conteo otro sub-programa disparara al triac para el control del motor.

**Sub-Programa “DELAYPULSO”****Descripción Delaypulso:**

Este sub-programa tiene la función de realizar conteo de 76 microsegundos. La duración del pulso de disparo para el triac es determinado por este conteo.

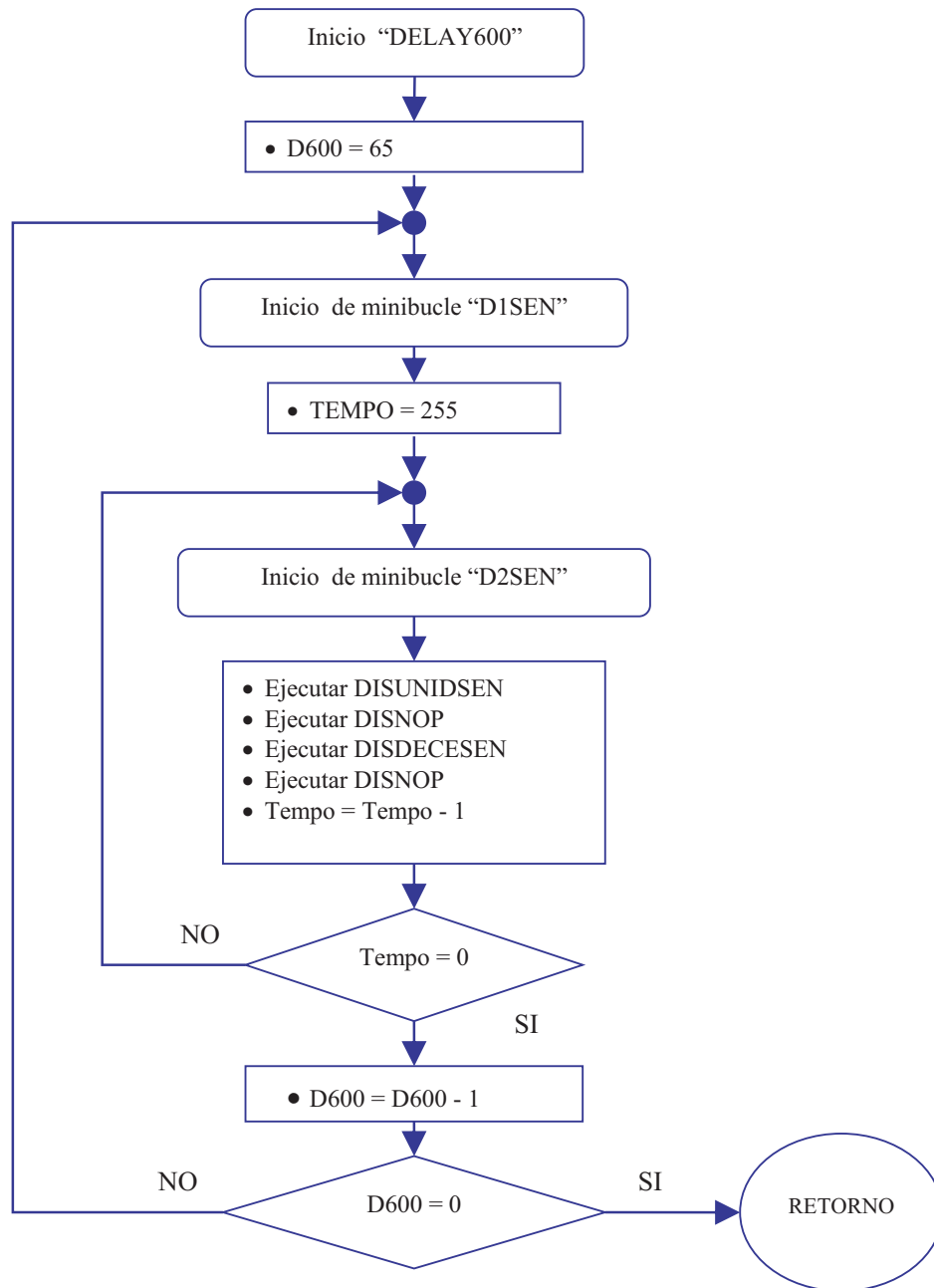
Durante el conteo se visualizara en los display las rev/min registradas por el microprocesador.

**Sub-Programa “DELAYPRES”****Descripción Delaypres:**

Este sub-programa tiene la función de realizar conteo de 146,96 milisegundos. Este tiempo será utilizado para determinar si una tecla sigue aun presionado o no, para continuar con el desarrollo del programa. Es utilizado para evitar los efectos rebotes.

Durante el conteo se visualizara en los displays el valor seteado o configurado (en rev/min) por el usuario.



**Sub-Programa "DELAY600"****Descripción Delay600**

Este sub-programa tiene la función de realizar conteo de 600 milisegundos. Este tiempo será utilizado para registrar un muestreo de la velocidad de giro del motor (rev/min). Para luego ser entregado el resultado a otro sub-programa para que decida la acción a tomar. Durante el conteo se visualizara en los display las rev/min registradas por el micro controlador.

**PROGRAMA DEL CONTROL DE VELOCIDAD**  
**(En Assembler)**

```

list P=16F84
include <p16f84.inc>

tmro          equ 0x01
estado        equ 0x03
porta         equ 0x05
portb         equ 0x06
intcon        equ 0x0b
unidsen       equ 0x0d
decesen       equ 0x0e
unidset       equ 0x0f
deceset       equ 0x10
contpulso     equ 0x11
d250          equ 0x12
tempo         equ 0x13
unidsetbin    equ 0x14
decesetbin    equ 0x15
unidbinsen    equ 0x16
decebinsen    equ 0x17
timeoff1      equ 0x18
n85           equ 0x19
timeoff       equ 0x1A
d600          equ 0x1B
binarioset    equ 0x1C
sensorbin     equ 0x1D
contcero      equ 0x1E
posneg        equ 0x20
bandwidth     equ 0x21

                org      0
                goto     configu
                org      4
                goto     crucecero
                org      5

configu       bsf      estado,5
                movlw    0xf0
                movwf    porta
                movlw    0x1f
                movwf    portb
                movlw    0xf7
                movwf    tmro
                bcf      estado,5
                bcf      portb,5

```

	clrf	unidsen
	clrf	decesen
	clrf	unidset
	clrf	deceset
	clrf	timeoff
	clrf	sensorbin
	clrf	contcero
	movlw	0x65
	movwf	timeoff
	movlw	0x05
	movwf	bandwidth
<b>inicio</b>	call	disunidset
	call	disnop
	call	disdeceset
	call	disnop
	btfs	portb,4
	goto	inicio
reboteinicio	call	delaypres
	btfs	portb,4
	goto	reboteinicio
<b>teclado</b>	call	disunidset
	call	disnop
	call	disdeceset
	call	disnop
	btfs	portb,1
	goto	upunidset
	btfs	portb,2
	goto	downunidset
	btfs	portb,3
	goto	proceso
	goto	teclado
<b>upunidset</b>	call	delaypres
	btfs	portb,1
	goto	teclado
	movlw	0x09
	subwf	unidset,0
	btfs	estado,2
	goto	updeceset
	incf	unidset,1
	call	delaypres
	goto	upunidset
updeceset	movlw	0x09
	subwf	deceset,0
	btfs	estado,2
	goto	upcentset

	incf	deceset,1
	clrf	unidset
	call	delaypres
	goto	upunidset
upcentset	clrf	unidset
	clrf	deceset
	call	delaypres
	goto	upunidset
<b>downunidset</b>	call	delaypres
	btfs	portb,2
	goto	teclado
	movlw	0x00
	subwf	unidset,0
	btfs	estado,2
	goto	downdeceset
	decf	unidset,1
	call	delaypres
	goto	downunidset
downdeceset	movlw	0x00
	subwf	deceset,0
	btfs	estado,2
	goto	downcentset
	decf	deceset,1
	movlw	0x09
	movwf	unidset
	call	delaypres
	goto	downunidset
downcentset	movlw	0x09
	movwf	unidset
	movwf	deceset
	call	delaypres
	goto	downunidset
<b>proceso</b>	nop	
	call	disunidsen
	call	disdecesen
	btfs	portb,3
	goto	stop
	call	clearint
	goto	proceso
<b>procesook</b>	nop	
	call	disunidset
	call	disdeceset
	btfs	portb,3
	goto	stop
	call	clearint
	goto	procesook

<b>stop</b>	bcf	portb,5
	bcf	intcon,7
	btfs	portb,4
	goto	configu
	call	sensado
	call	binarioud
	call	disunidsen
	call	disdecesen
	goto	stop
<b>crucecero</b>	nop	
<b>control</b>	call	sensado
	movfw	sensorbin
	movwf	sensorbin1
	call	binarioud
	movfw	sensorbin1
	subwf	binarioset,0
	movwf	posneg
	btfs	estado,0
	goto	reduce
	movwf	posneg
	subwf	bandwidth,0
	btfsc	estado,0
	goto	procesook
	movlw	0x05
	subwf	timeoff,1
	call	disparo
	call	clearint
	goto	proceso
<b>reduce</b>	call	binarioud
	movlw	0x05
	addwf	timeoff,1
	call	disparo
	call	clearint
	goto	proceso
<b>binarioud</b>	clrf	unidsen
	clrf	decesen
<b>dsen</b>	movlw	0x0a
	subwf	sensorbin,0
	btfsc	estado,0
	goto	idecesen
	movfw	sensorbin
	movwf	unidsen
	movfw	unidsen
	movwf	unidbinsen
	return	
<b>idecesen</b>	incf	decesen,1

	movwf	sensorbin
	movfw	decesen
	movwf	decebinsen
	goto	dsen
<b>sensado</b>	clrf	tmro
	call	delay600
	movfw	tmro
	movwf	sensorbin
	clrf	tmro
	return	
<b>disparo</b>	bcf	portb,5
	call	delay85n
	bsf	portb,5
	call	delaypulso
	bcf	portb,5
	call	clearint
	return	
<b>clearint</b>	movlw	0x90
	movwf	intcon
	return	
<b>disunidset</b>	bcf	portb,6
	bsf	portb,7
	movfw	unidset
	movwf	porta
	return	
<b>disdeceset</b>	bsf	portb,6
	bcf	portb,7
	movfw	deceset
	movwf	porta
	return	
<b>disunidsen</b>	bcf	portb,6
	bsf	portb,7
	movfw	unidsen
	movwf	porta
	return	
<b>disdecesen</b>	bsf	portb,6
	bcf	portb,7
	movfw	decesen
	movwf	porta
	return	
<b>disnop</b>	bsf	portb,6

	bsf	portb,7
	movlw	0xff
	movwf	porta
	return	
<b>delay85n</b>	movfw	timeoff
	movwf	timeoff1
d1d85	movlw	0x02
	movwf	n85
d2d85	nop	
	call	disunidsen
	call	disnop
	call	disdecesen
	call	disnop
	decfsz	n85,1
	goto	d2d85
	decfsz	timeoff1,1
	goto	d1d85
	return	
<b>delaypulso</b>	movlw	0x02
	movwf	contpulso
dpulso	nop	
	call	disunidsen
	call	disnop
	call	disdecesen
	call	disnop
	decfsz	contpulso,1
	goto	dpulso
	return	
<b>delaypres</b>	movlw	0x10
	movwf	d250
dpres1	movlw	0xff
	movwf	tempo
dpres2	nop	
	call	disunidset
	call	disnop
	call	disdeceset
	call	disnop
	decfsz	tempo,1
	goto	dpres2
	decfsz	d250,1
	goto	dpres1
	return	
<b>delay600</b>	movlw	0x4c
	movwf	d600
d1sen	movlw	0xff

d2sen	movwf	tempo
	nop	
	call	disunidsen
	call	disdecesen
	decfsz	tempo,1
	goto	d2sen
	decfsz	d600,1
	goto	d1sen
	return	
<b>udbinario</b>	clrf	decesetbin
	clrf	unidsetbin
	clrf	binarioset
	movfw	unidset
	movwf	unidsetbin
	movfw	deceset
	movwf	decesetbin
dbin	movlw	0x00
	subwf	decesetbin,0
	btfsc	estado,2
	goto	ubin
	movlw	0x0a
	addwf	binarioset,1
	decf	decesetbin,1
	goto	dbin
ubin	movfw	unidsetbin
	addwf	binarioset,1
	return	
	end	

#### 4.1.6 DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DEL CONTROL DE VELOCIDAD.



DIAGRAMA ELECTRICO DEL CONTROL DEL VELOCIDAD

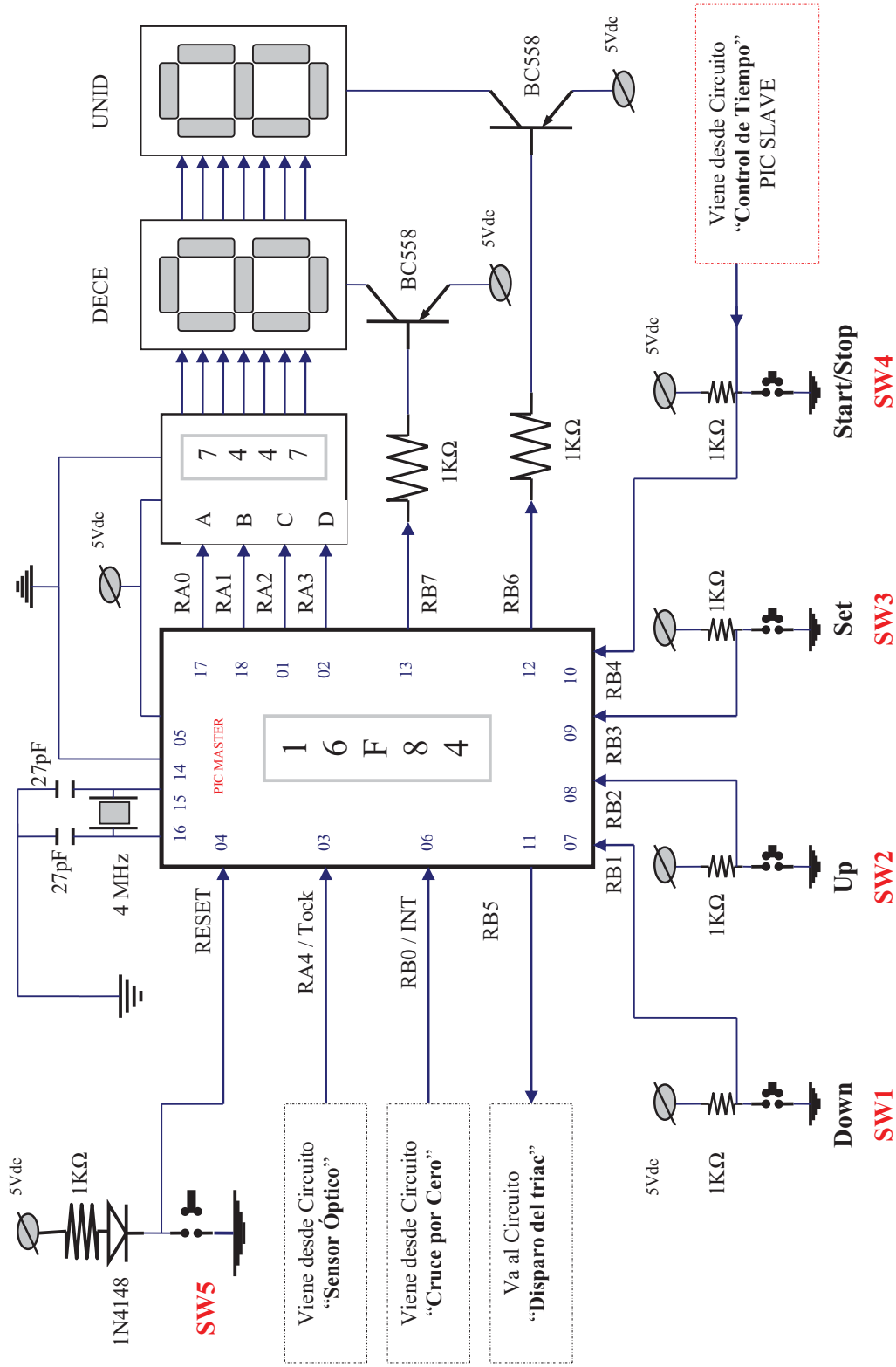


Figura 4,8: Diagrama Eléctrico del Control de Velocidad

### DIAGRAMA ELECTRICO DEL "SENSOR OPTICO"

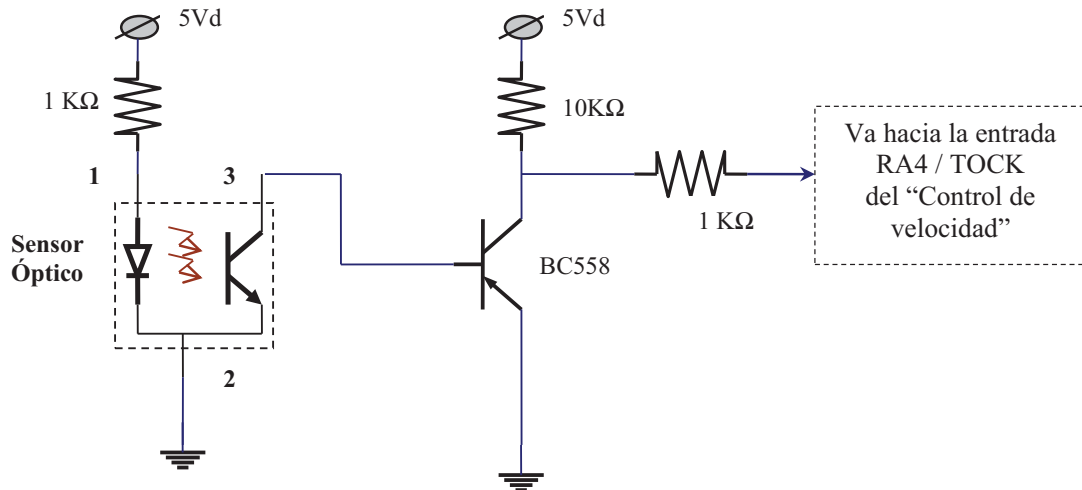


Figura 4,9: Diagrama Eléctrico del Sensor Óptico

### DIAGRAMA ELECTRICO DEL "DISPARO DEL TRIAC"

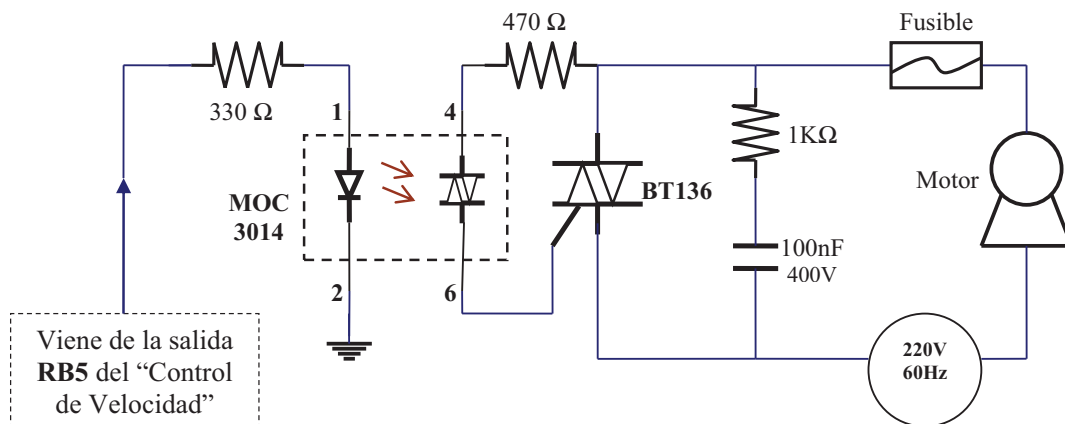


Figura 4,10: Diagrama Eléctrico del Disparo del Triac

### DIAGRAMA ELECTRICO DEL “CRUCE POR CERO”

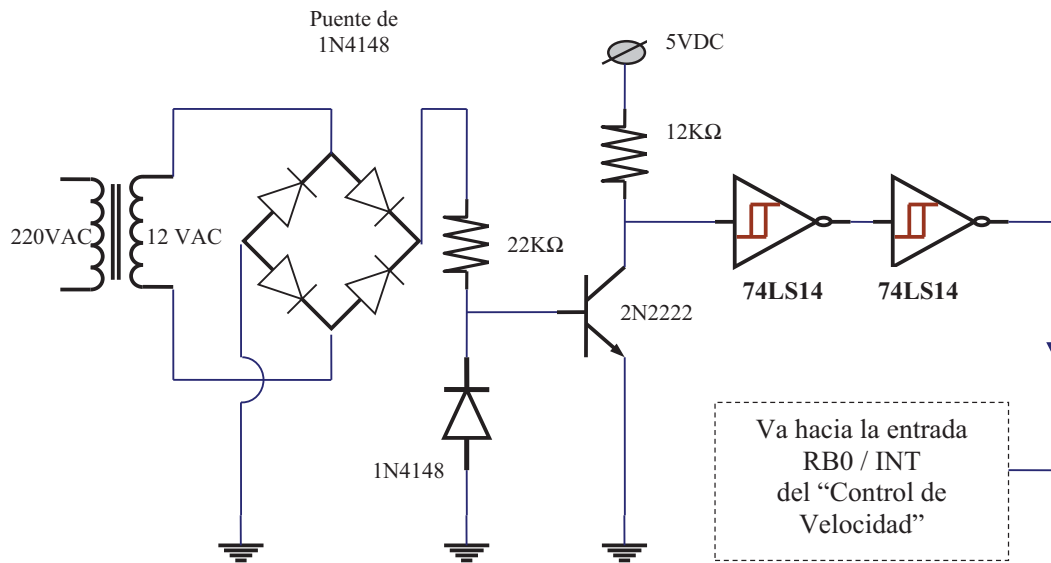
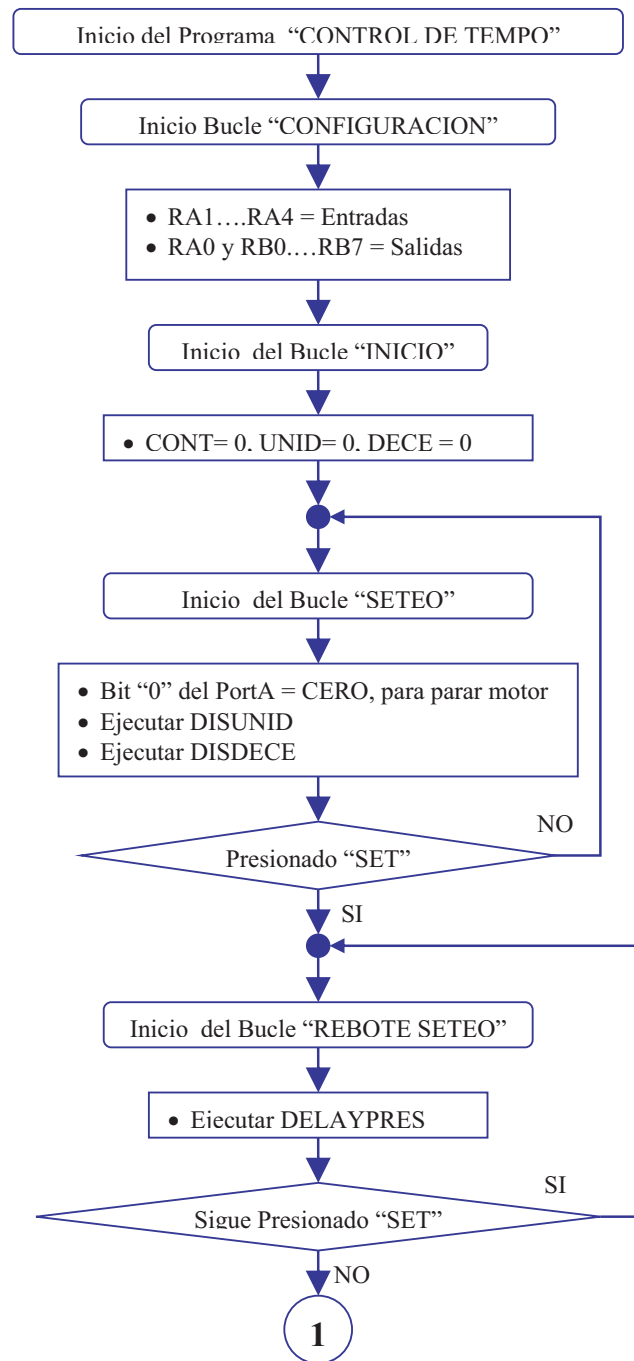
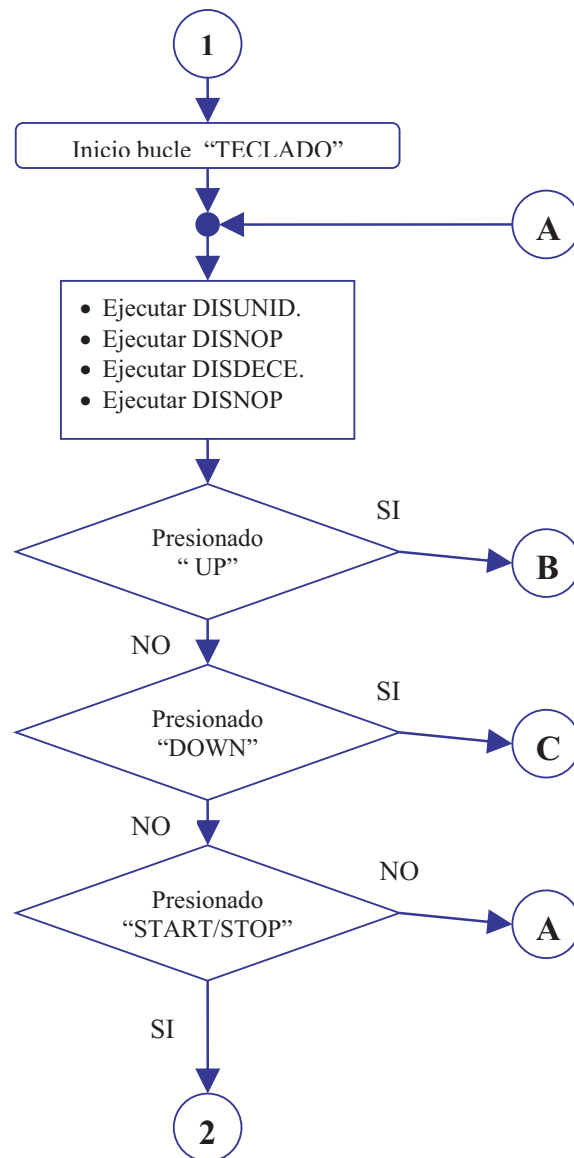


Figura 4,11: Diagrama Eléctrico del Cruce por Cero

#### 4.1.7 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DEL CONTROL DE TIEMPO.

**PROGRAMA “CONTROL DE TIEMPO”****Descripción**

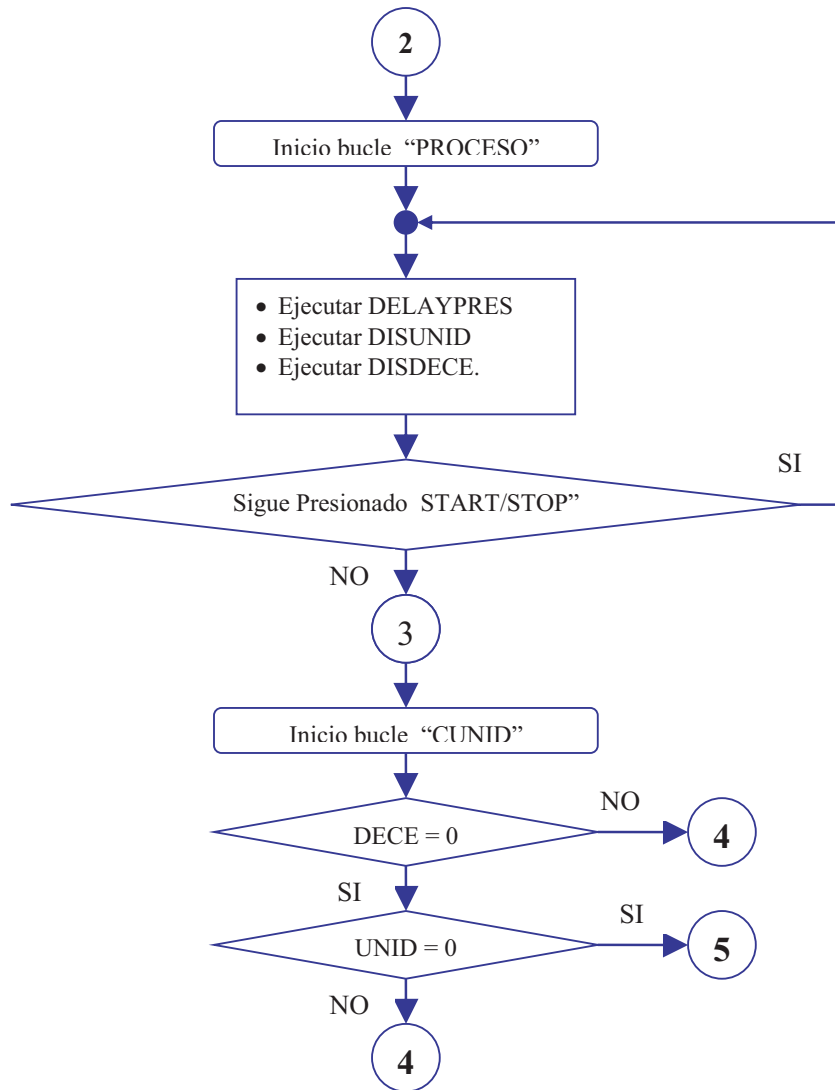
Este bucle tiene la función de configurar las entradas y salidas del PIC para que interactúe con otros dispositivos que conforma el circuito. También verifica constantemente si la tecla “SET” es presionada para empezar la configuración del tiempo de temporización que necesita el usuario (bucle “TECLADO” del programa Control de tiempo)

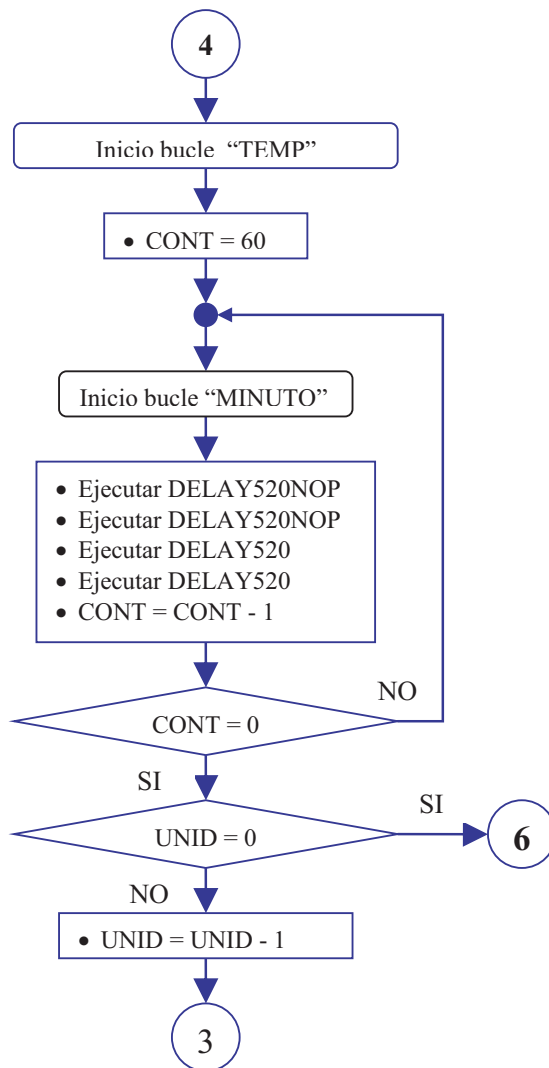


### Descripción

Después de que haya sido presionada la tecla “SET”, este bucle monitorea constantemente si se ha presionado las teclas “UP” para incrementar el valor de configuración, “DOWN” para decrementar el valor de configuración y “STRAT/STOP” para comenzar la temporización del proceso. En caso de que no se presione ninguna tecla ejecuta bucle TECLADO una y otra vez hasta que una tecla sea presionada.

El valor configurado es almacenado en las variables “UNID” y “DECE”

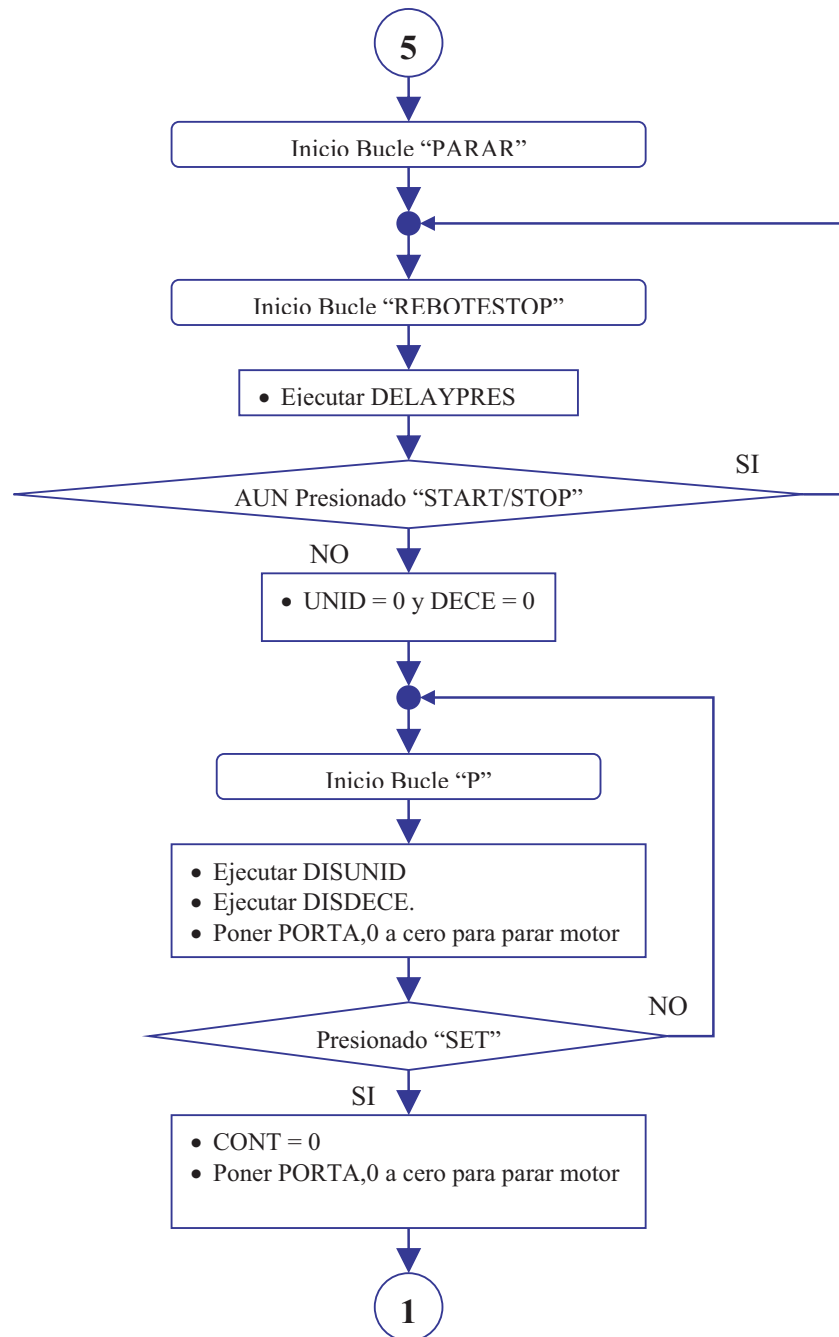




### Descripción

Este bucle "PROCESO" tiene la función de realizar el conteo en forma descendente desde el valor configurado de temporización. Monitoriza en cada ciclo de ejecución si las variables "UNID" y "DECE" llegaron a Cero para ejecutar el bucle llamado "PARAR".

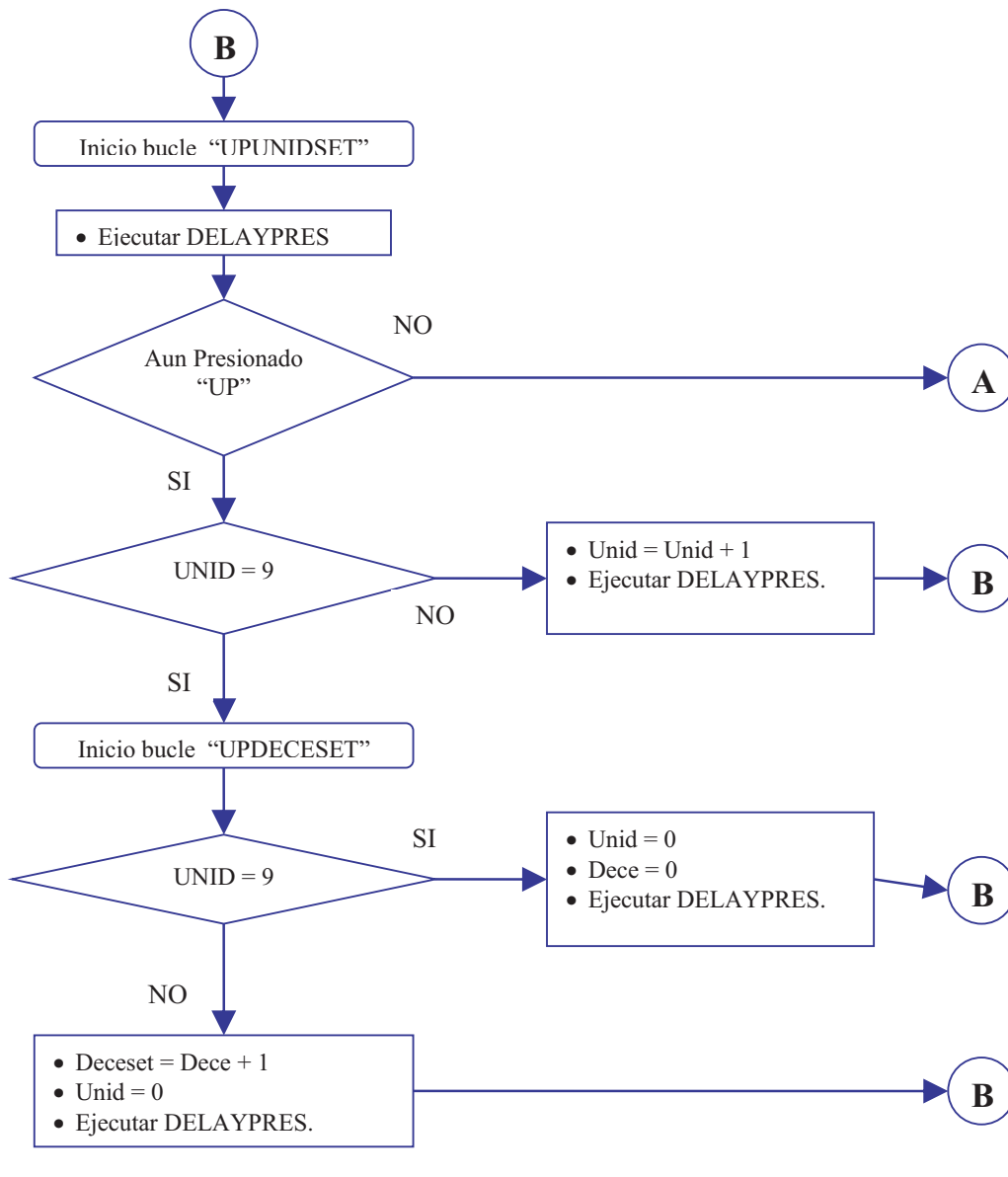
Para que el usuario pueda saber de forma visual si el proceso está en ejecución, el displayado de los números parpadeara o sea se mostrara el valor 1/2 segundo y el otro 1/2 no mostrara numero alguno. Se agrego este efecto pues todas las centrifugas importadas tienen esta característica.

**Bucle “PARAR”****Descripción**

Este bucle es ejecutado bajo dos condiciones: que la temporización haya llegado a su fin o que el proceso se cancelo por el usuario usando la tecla “START/STOP”.

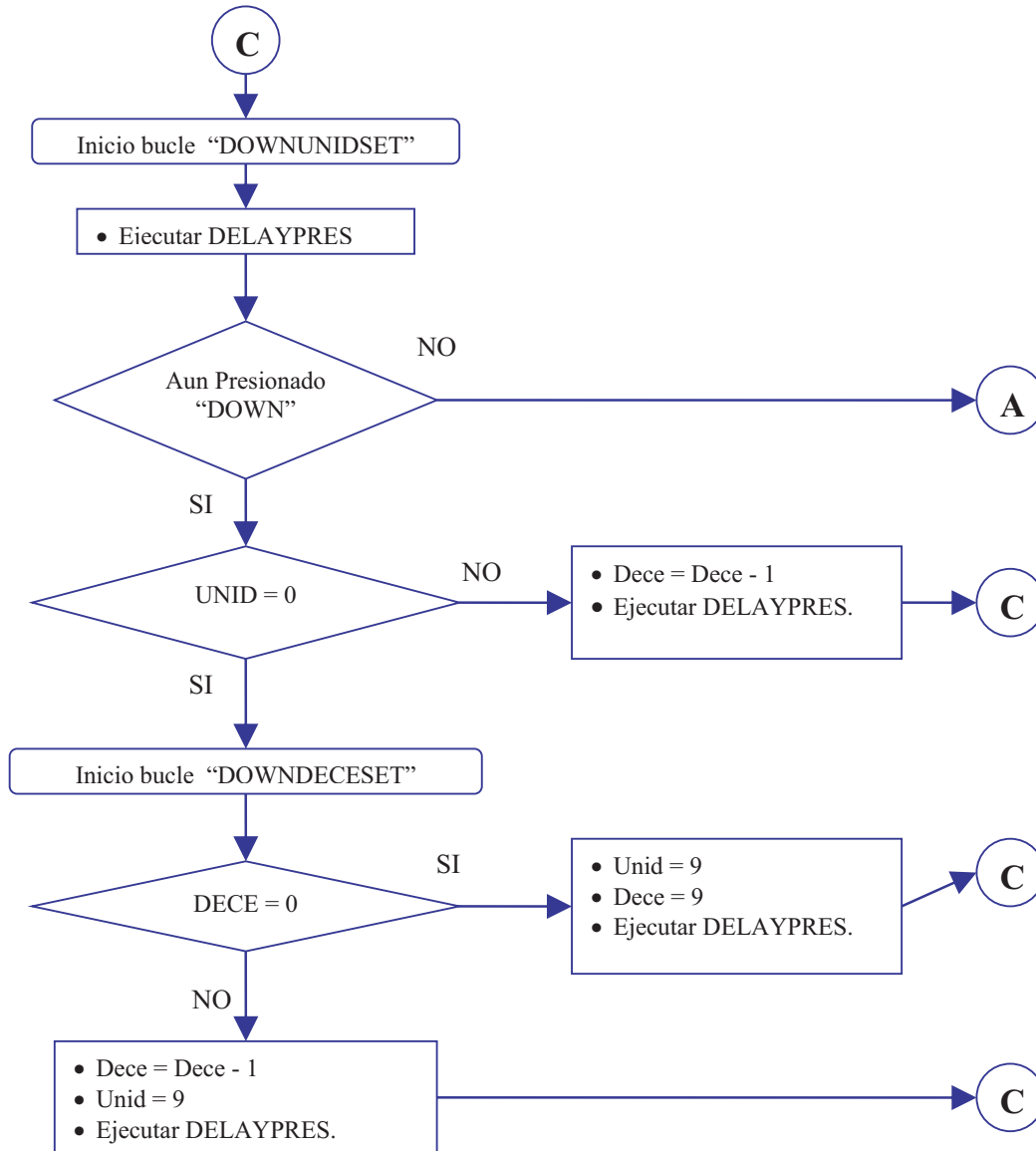
El bit 0 del puerto A del PIC es colocado a cero para parar el motor. Permanece en este ciclo hasta que se presione la tecla “SET” donde podemos configurar nuevos valores de temporización y velocidad del motor.





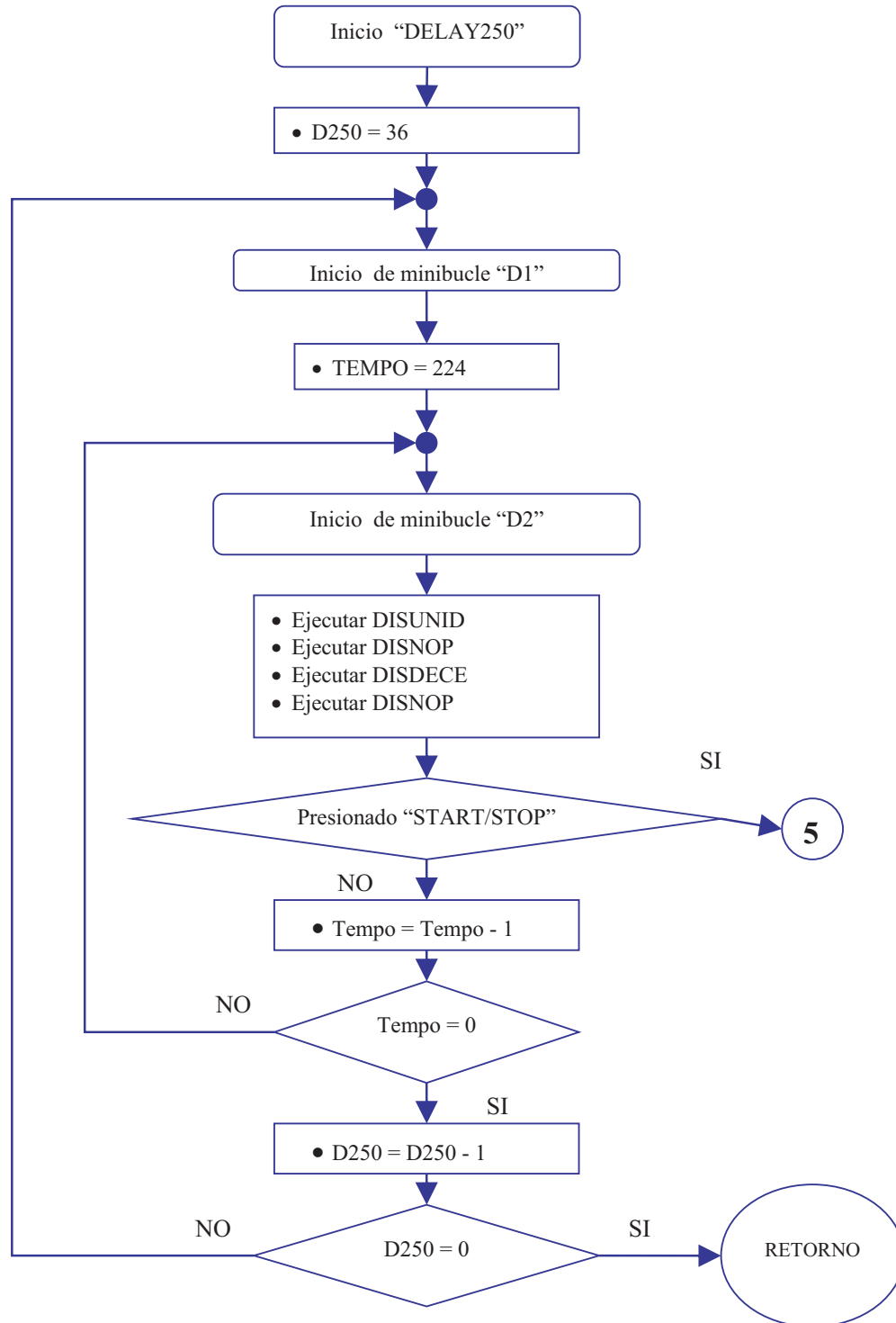
### **Descripción**

Este bucle “UPUNIDSET” tiene la tarea de incrementar en una unidad el valor de configuración de temporización, si la tecla continua presionado el valor seguirá ascendiendo hasta que la tecla se deje de presionarse. Si estamos en el valor 99 el siguiente valor volverá a 00.



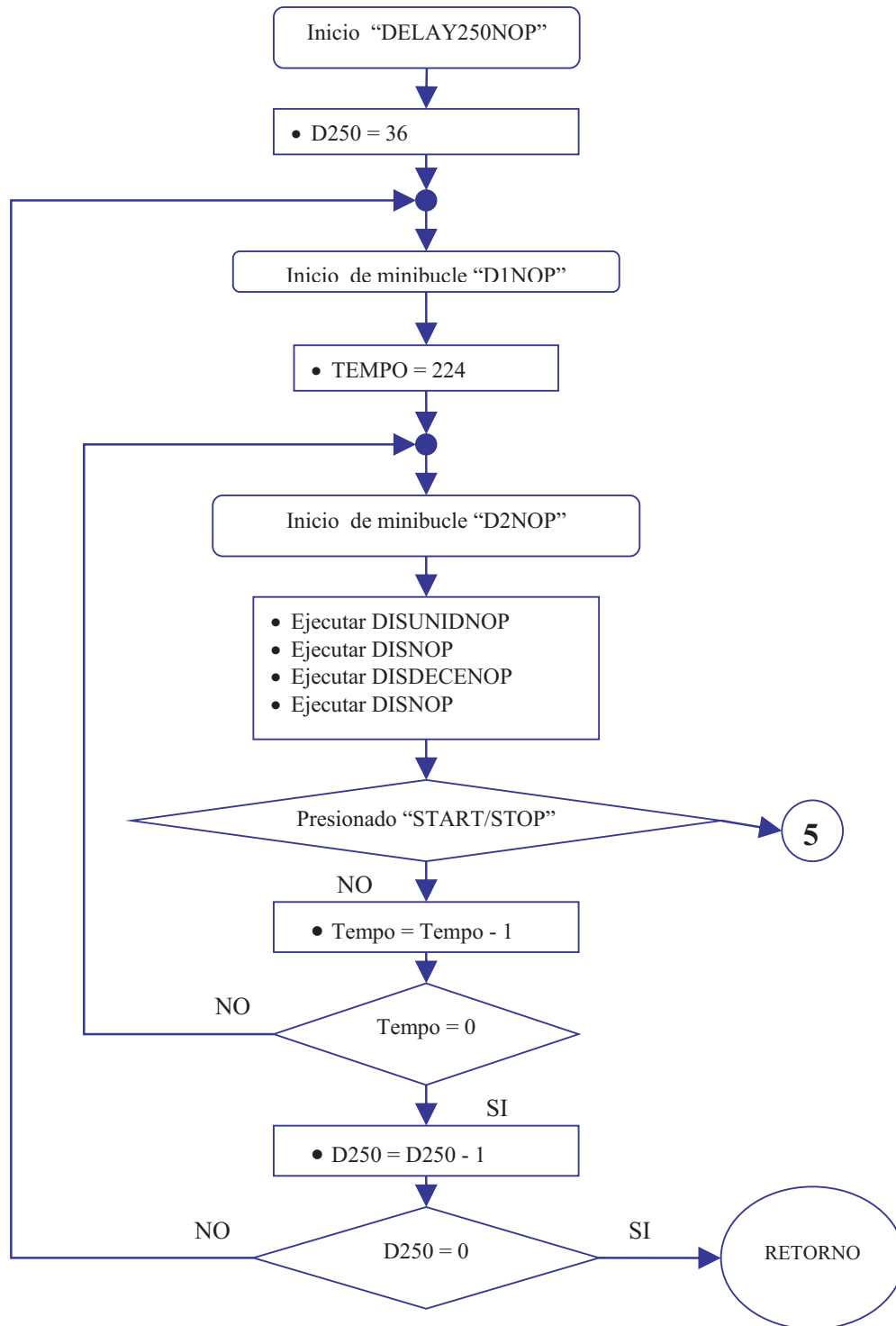
### Descripción

Este bucle "UPUNIDSET" tiene la tarea de decrementar en una unidad el valor de configuración de temporización, si la tecla continua presionada el valor seguirá descendiendo hasta que la tecla se deje de presionarse. Si estamos en el valor 00 el siguiente valor será 99.

**Sub-Programa “DELAY250”****Descripción:**

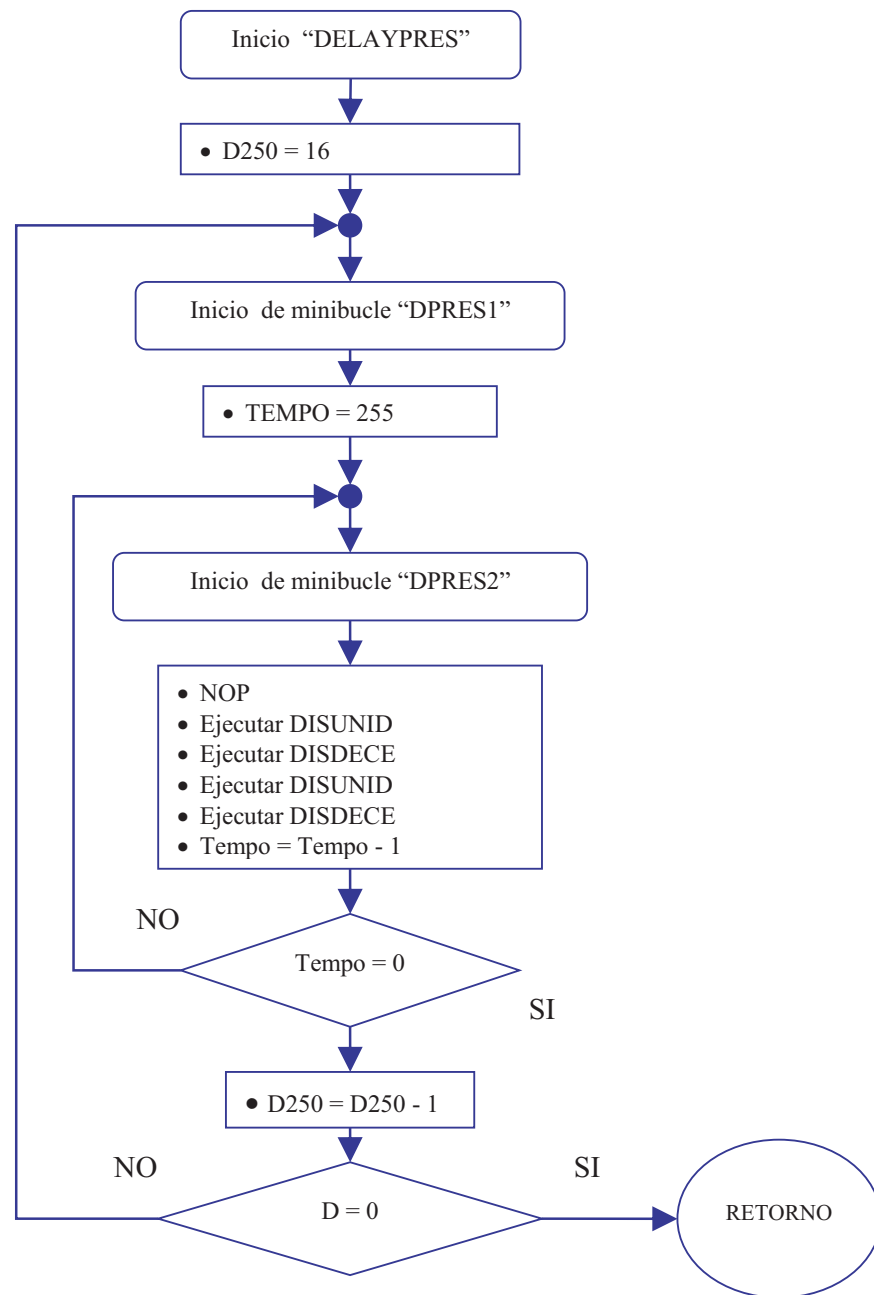
Este sub-programa tiene la función de realizar conteo de 250 milisegundos. Este tiempo serán displayadas las unidades y decenas

También verifica constantemente si se ha presionado la tecla “START/STOP” para ir al Bucle “PARAR”

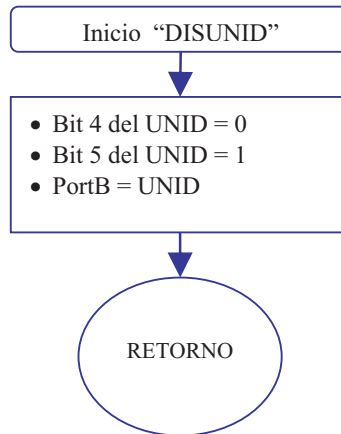
**Sub-Programa “DELAY250NOP”****Descripción:**

Este sub-programa tiene la función de realizar conteo de 250 milisegundos. Este tiempo será NO SERAN mostrados las unidades ni decenas.

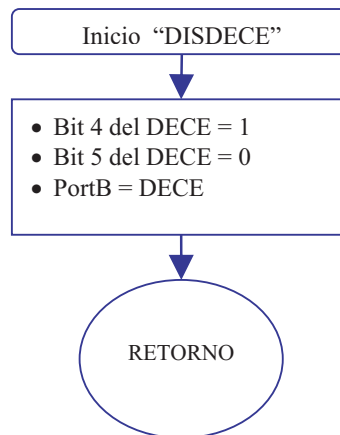
Se verifica constantemente si se ha presionado la tecla “START/STOP” para ir al Bucle “PARAR”

**Sub-Programa “DELAYPRES”****Descripción:**

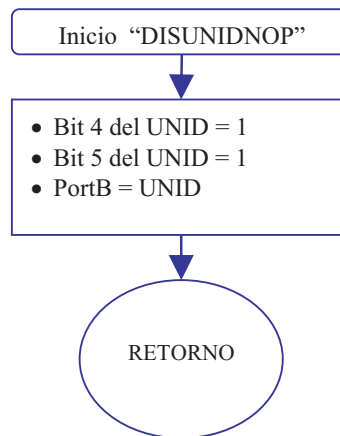
Este sub-programa tiene la función de realizar conteo de 146,96 milisegundos. Este tiempo será utilizado para determinar si una tecla sigue aun presionada o no, para continuar con el desarrollo del programa. Es utilizado para evitar los efectos rebotes.

**Sub-Programas “DISUNID”****Descripción:**

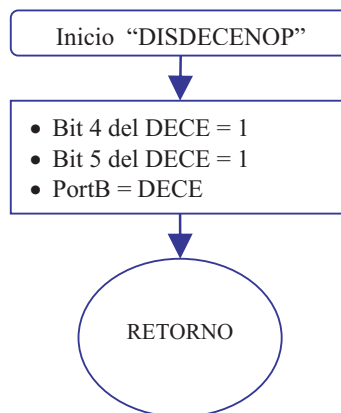
Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las unidades del valor de temporización en curso.

**Sub-Programas “DISDECE”****Descripción:**

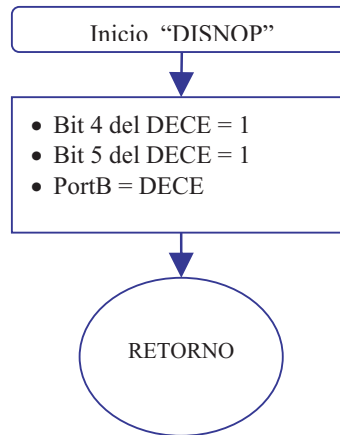
Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las decenas del valor de temporización en curso.

**Sub-Programas “DISUNIDNOP”****Descripción:**

Este sub-programa tiene la función de NO mostrar en el display las unidades del valor de temporización en curso. Es utilizado para darle el efecto parpadeo en los display indicando que el proceso ha empezado

**Sub-Programas “DISDECENOP”****Descripción:**

Este sub-programa tiene la función de NO mostrar en el display las decenas del valor de temporización en curso. Es utilizado para darle el efecto parpadeo en los display indicando que el proceso ha empezado.

**Sub-Programas “DISNOP”****Descripción:**

Este sub-programa tiene la función de mostrar en el display las unidades ni las decenas del valor de temporización en curso. Es utilizado para darle el efecto parpadeo en los display indicando que el proceso ha empezado.



## PROGRAMA DEL CONTROL DE TIEMPO

(en Assembler)

```
list P=16F84
include <p16f84.inc>
```

```
tmr0      equ 0x01
estado    equ 0x03
porta     equ 0x05
portb     equ 0x06
intcon    equ 0x0b
unid      equ 0x0d
dece      equ 0x0e
cont      equ 0x23
d250      equ 0x18
tempo     equ 0x19
```

```

                                org 0      configuración
Configuración                 bsf        estado,5
                                movlw    0x1E
                                movwf    porta
                                movlw    0x00
                                movwf    portb
                                bcf        estado,5

inicio                         bcf        porta,0
                                movlw    0x00
                                movwf    unid
                                movwf    dece
                                movwf    cont

seteo                          call       disunid
                                call       disdece
                                btfsc    porta,3
                                goto      seteo

reboteseteo                    call       delaypres
                                btfss    porta,3
                                goto      reboteseteo

teclado                        call       disunid
                                call       disnop
                                call       disdece
                                call       disnop
                                btfss    porta,2
                                goto      upunidset
```

	btfss	porta,1
	goto	downunidset
	btfss	porta,4
	goto	proceso
	goto	teclado
upunidset	call	delaypres
	btfsc	porta,2
	goto	teclado
	movlw	0x69
	subwf	unid,0
	btfsc	estado,2
	goto	updeceset
	incf	unid,1
	call	delaypres
	goto	upunidset
updece	movlw	0x59
	subwf	dece,0
	btfsc	estado,2
	goto	upcentset
	incf	dece,1
	movlw	0x00
	movwf	unid
	call	delaypres
	goto	upunidset
upcentset	movlw	0x00
	movwf	unid
	movwf	dece
	call	delaypres
	goto	upunidset
downunid	call	delaypres
	btfsc	porta,1
	goto	teclado
	movlw	0x60
	subwf	unids,0
	btfsc	estado,2
	goto	downdeceset
	decf	unid,1
	call	delaypres
	goto	downunidset
downdece	movlw	0x50
	subwf	dece,0
	btfsc	estado,2
	goto	downcentset
	decf	dece,1
	movlw	0x09
	movwf	unid

downcent	call goto movlw movwf movwf call goto	delaypres downunidset 0x09 unid dece delaypres downunidset
proceso reboteproceso	nop call call call btfss goto bsf goto	delaypres disunid disdece porta,4 reboteproceso porta,0 cunid
cunid	movlw subwf btfss goto movlw subwf btfsc goto	0x50 dece,0 estado,2 temp 0x60 unid,0 estado,2 parar
temp	movlw	0x3c
minuto	movwf call call call call decfsz goto movlw xorwf btfsc goto decf goto	cont delay250nop delay250nop delay250 delay250 cont,1 minuto 0x60 unid,0 estado,2 cdece unid,1 cunid
cdece	movlw xorwf btfsc goto movlw movwf decf goto	0x50 dece,0 estado,2 cunid 0x09 unid dece,1 cunid

parar	nop	
rebotestop	call	delaypres
	btfs	porta,4
	goto	rebotestop
	movlw	0x00
	movwf	unid
	movwf	dece
p	call	disunid
	call	disdece
	bsf	porta,0
	btfs	porta,3
	goto	p
reboteseo1	call	delaypres
	btfs	porta,3
	goto	reboteseo1
	movlw	0x00
	movwf	cont
	bcf	porta,0
	goto	teclado
disunid	bcf	unid,4
	bsf	unid,5
	nop	
	movfw	unid
	movwf	portb
	return	
disdece	bsf	dece,4
	bcf	dece,5
	nop	
	movfw	dece
	movwf	portb
	return	
disunidnop	bsf	unid,4
	bsf	unid,5
	nop	
	movfw	unid
	movwf	portb
	return	
disdecenop	bsf	dece,4
	bsf	dece,5
	nop	
	movwf	dece

	movwf	portb
	return	
disnop	bsf	dece,4
	bsf	dece,5
	nop	
	movwf	dece
	movwf	portb
	return	
delaypres	movlw	0x100
	movwf	d250
dpres1	movlw	0xff
	movwf	tempo
dpres2	nop	
	call	disunid
	call	disdece
	decfsz	tempo,1
	goto	dpres2
	decfsz	d250,1
	goto	dpres1
	return	
delay250	movlw	0x24
	movwf	d250
d1	movlw	0xe0
	movwf	tempo
d2	nop	
	call	disunid
	call	disdece
	call	disnop
	btfss	porta,4
	goto	parar
	decfsz	tempo,1
	goto	d2
	decfsz	d250,1
	goto	d1
	return	
delay250nop	movlw	0x24
	movwf	d250
d1nop	movlw	0xe0
	movwf	tempo
d2nop	nop	
	call	disunidnop
	call	disdecenop

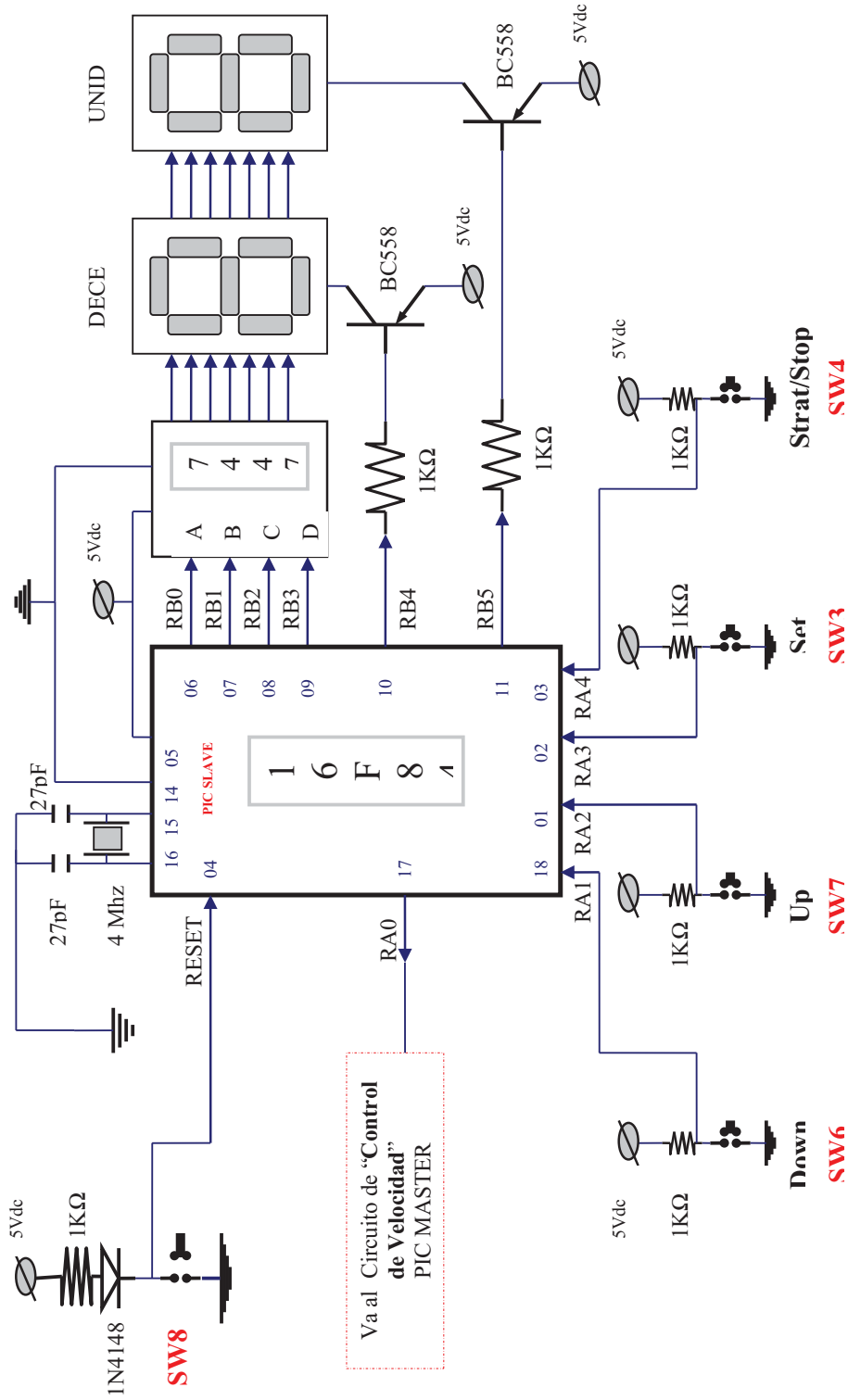
```
call      disnop
btfss    porta,4
goto     parar
decfsz   tempo,1
goto     d2nop
decfsz   d250,1
goto     d1nop
return

end
```

#### **4.1.8 DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL CONTROL DE TIEMPO.**

(Ver página 123)

DIAGRAMA ELECTRONICO DEL CONTROL DEL TIEMPO



Va al Circuito de "Control de Velocidad" PIC MASTER

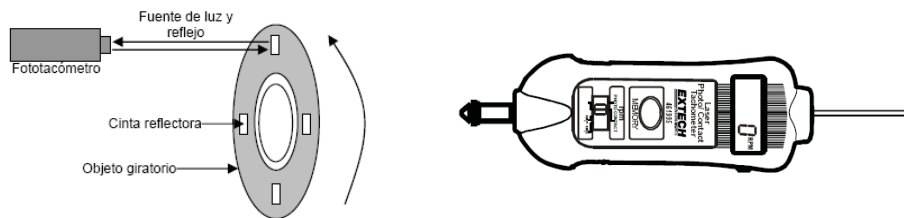
Figura 4,12: Diagrama Eléctrico del Control de Tiempo

#### 4.1.9 TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.

Fue necesario tomar en consideración dos variables para la verificación si la centrífuga funciona de igual manera que una original.

Para la primera variable se midió y registró datos de velocidad con un instrumento llamado tacómetro de la marca Extech, modelo: 491995, de escala de medición de 10 a 99999 rev/min, una resolución de 1 rev/min y precisión de  $\pm 0.05\%$ .

Para la medición fue necesario contar con un pedazo de material adherente reflexivo y que fue colocado en una zona visible del rotor y de fácil acceso con el tacómetro.



**Figura 4,13: Medición de rev/min y Tacómetro**

Las mediciones fueron realizadas con diferentes velocidades de trabajo de 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000 rev/min. En cada medición de velocidad se hizo seis mediciones, separados una de otra en 1 min aprox. Luego se realizó el cálculo del promedio de las 6 medidas para verificar el correcto funcionamiento del control de velocidad ejecutado por el PIC MASTER.

Para la segunda variable se utilizó un cronómetro digital.

Se trabajó el equipo con tiempos de 5, 15, 20, 25 y 30 minutos, tomando 3 mediciones en cada una y se calculó el promedio para que a base de ese valor constatar el correcto trabajo del temporizador ejecutado por el PIC SLAVE.



Tabla 4.1: Mediciones de velocidad de Centrifuga a tubos

Velocidad (rev/min)	Medición N°1 (rev/min)	Medición N°2 (rev/min)	Medición N°3 (rev/min)	Medición N°4 (rev/min)	Medición N°5 (rev/min)	Medición N°6 (rev/min)	Promedio (rev/min)	Desviación
1000	995	1015	1030	991	1010	1032	1012.17	12.17
1500	1396	1428	1501	1410	1380	1375	1415	-85
2000	1970	1968	1979	1990	1960	1968	1972.5	-27.5
2500	2605	2558	2486	2570	2530	2516	2544.17	44.17
3000	2985	2956	2964	2920	2911	2906	2940.33	-59.67
3500	3526	3598	3510	3480	3562	3451	3521.17	21.17
4000	3925	3910	3945	3854	3869	3890	3898.83	-101.17
4500	4426	4439	4428	4458	4412	4449	4435.33	-64.67
5000	4921	4936	4956	4911	4956	4964	4940.67	-59.33

Nota DESVIACION = Promedio de Medidas Realizadas - Velocidad Esperada

Tabla 4.2: Mediciones de temporización de Centrifuga a tubos

Tiempo	Medición N°1	Medición N°2	Medición N°3	Promedio	Desviación
0:05:00	0:05:12	0:05:15	0:05:13	0:05:13	0:00:13
0:15:00	0:15:08	0:15:09	0:15:09	0:15:09	0:00:09
0:20:00	0:20:10	0:20:12	0:20:11	0:20:11	0:00:11
0:25:00	0:25:08	0:25:08	0:25:09	0:25:08	0:00:08
0:30:00	0:30:09	0:30:09	0:30:09	0:30:09	0:00:09

Nota DESVIACION = Promedio de Medidas Realizadas - Temporización Esperada

## **4.2 MATERIALES Y METODOS PARA INCUBADORA NEONATAL.**

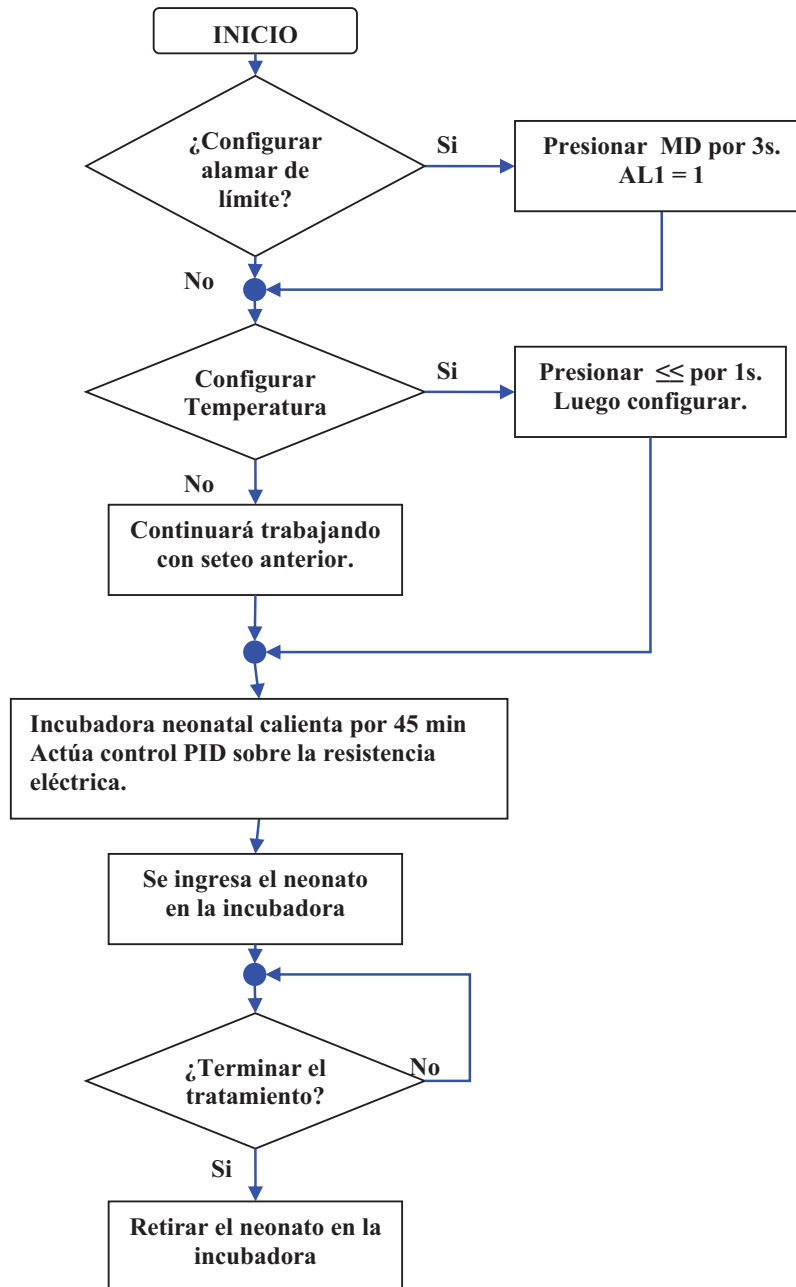
### **4.2.1 MATERIALES Y COMPONENTES PARA REDISEÑO DE INCUBADORA NEONATAL.**

Relación de dispositivos para el circuito “Control de Temperatura”

1. 01 Controlador Marca Autonics, Modelo TZ4M.
2. 01 Relay de estado sólido SSR Marca: MorHEAT, modelo KSD215AC8.
3. 03 Luces piloto rojo, ámbar y verde.
4. 01 Bocina de alimentación de 220Vac.
5. 05 Metros de cable siliconado de alta temperatura.

### **4.2.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA CENTRÍFUGA A TUBOS.**

## Diagrama de bloques de Funcionamiento de Incubadora Neonatal



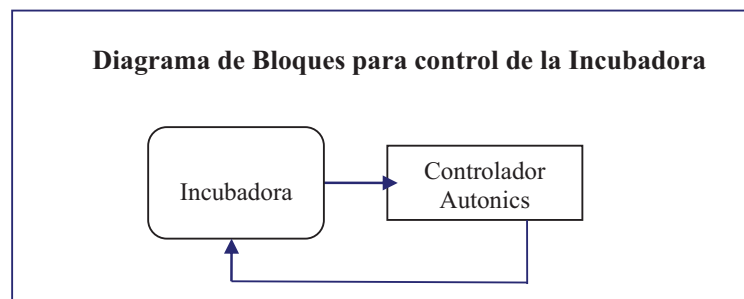
### 4.2.3 EJECUCIÓN DEL REDISEÑO DE LA INCUBADORA NEONATAL.

Antes de empezar a armar el equipo tenemos que tener en cuenta que el tipo de control que realiza el controlador Autonics es de lazo cerrado. La señal de medición de temperatura proviene del sensor PT100, el cual es colocado en la cúpula de la incubadora.

El PT100 es un sensor de temperatura que basa su funcionamiento en la variación de la resistencia a cambios de temperatura del medio. Su fabricación consiste en un arrollamiento muy fino de platino bobinado entre placas de material aislante y protegido por un revestimiento cerámico, al incrementar la temperatura se incrementa su resistividad, la condición ideal del dispositivo es de tener  $100\Omega$  a cero grados centígrados

El valor obtenido es entregado al controlador Autonics que está instalado en el panel frontal del equipo. El controlador tiene la función de procesar la señal y decide el paso de la corriente eléctrica a la resistencia produciendo el calor adecuado para ser entregado mediante el ventilador a la cúpula donde se encuentra el neonato.

Se presenta a continuación diagrama de bloques para continuar con el armado del equipo.



**Figura 4,14 : Diagrama de bloques de incubadora**

#### 4.2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL REDISEÑO DEL EQUIPO.

##### **Primer paso: Retirar la circuitería original obsoleta del equipo**

Se retiro todos los conectores, cables y tarjetas eléctricas y electrónicas que estén dentro de la incubadora. A continuación se realizo la limpieza interna del equipo, retirando polvo y pequeños restos sólidos. En este caso la carcasa o chasis presentaba un mal aspecto debido a que se la pintura se encontraba corroída por la humedad y restos de medicamentos líquidos.

Se procedió a pintarla con pintura epóxica para que sea resistente a elementos agresivos que puedan contener medicamentos o insumos de limpieza los cuales son utilizados por el personal de mantenimiento y limpieza de equipos biomédicos del hospital.

Solo fue necesario dejar la resistencia y el motor que se encarga de homogenizar la temperatura en la cúpula donde reposa el neonato.



**Figura 4,15: Incubadora neonatal a rediseñarse**

##### **Segundo paso: Instalar el controlador.**

Para este caso se hizo un orificio cuadrado de 48x48 mm (dimensiones recomendadas por el fabricante del controlador para que pueda ser fijado e instalado en un panel de control industrial) en el panel frontal del equipo para ingresar el controlador y fijarla

con los seguros que este trae. Se realizo el cableado eléctrico siguiendo el diagrama llamado “Circuito Controlador de Temperatura para Incubadora”. Los cables utilizados fueron de calibre N° 12 con revestimiento de silicona resistente a alta temperatura, pues se recuerda que la resistencia eléctrica está muy próxima toda la circuitería.

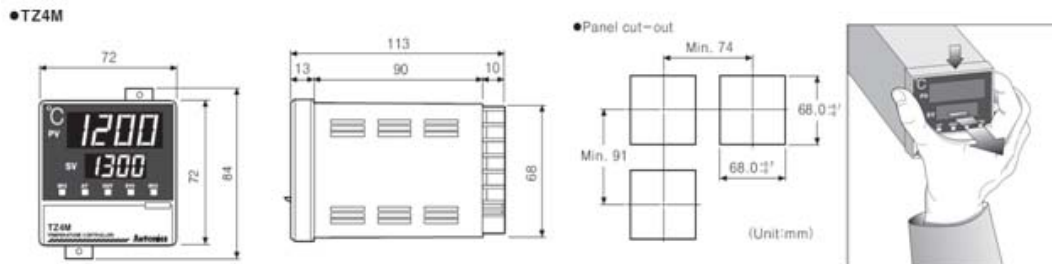


Figura 4,16: Medidas y colocación de controlador de temperatura

### **Tercer Paso: Elaboración del nuevo panel**

Fue necesario elaborar un nuevo panel, pues es la interfaz que maneja el usuario para reprogramar nuevas temperaturas de control o visualizar los valores de temperatura registrada, temperatura seteada y demás indicativos visuales, el panel es revestido de acrílico transparente y al momento de colocar cada dispositivo se colocó selladores de silicona o empaquetaduras con el fin de hacer hermético el panel, pues se recuerda que estará expuesto en lugares donde se trabaja con medicinas en estado líquido, pudiendo ocasionar daños si accidentalmente ingresa líquido al interior del equipo por alguna ranura del panel.

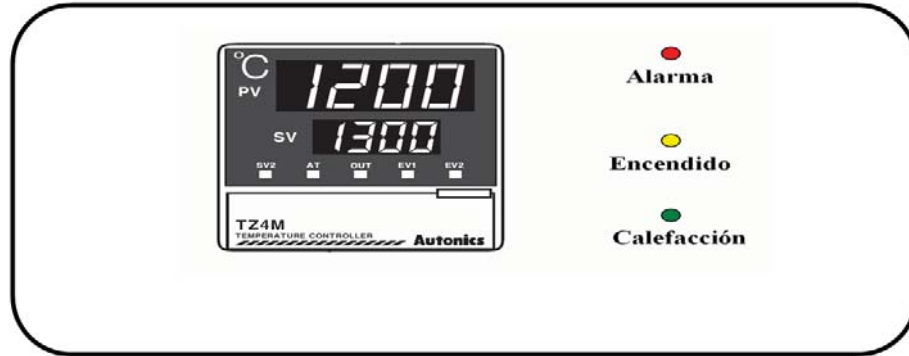


Figura 4,17: Panel de usuario de incubadora neonatal

#### **Cuarto Paso: Calibración del PID.**







Una vez instalado todos los dispositivos, nos aseguramos que no existan lugares u orificios en la cúpula donde podría fugar el calor.

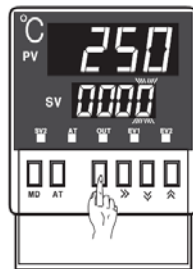
Se entregó al personal del área de neonatología para que realicen limpieza, desinfección y esterilización de la incubadora para que pueda ingresar a la sala de cuidados.


Teniendo la incubadora en el lugar donde el equipo trabajara, se realizó la calibración del PID.

Se contó con un registrador de temperatura de 6 canales que tiene un software de descarga de valores registrados a una computadora para su análisis. Se colocó un sensor en cada arista lateral de la cúpula, un sensor más se colocó en el colchón del neonato y el último en el techo de la cúpula. Se realizó este arreglo de sensores para verificar que la temperatura sea homogénea.

Se configuró a 37°C la temperatura de trabajo del equipo, para configurar se procede de la siguiente manera.


- 1.- Presionando la tecla  empezara a parpadear el display de las unidades y/o primer dígito en el indicativo “SV”, presionado la tecla  incrementamos el valor y con la tecla  se decrementa. Para continuar la programación de las decenas y/o segundo dígito se presionará nuevamente la tecla  y entonces podremos incrementar () o decrementar () el valor. En cuanto a la configuración de la tercera y cuarta dígitos se replica el procedimiento explicados ya para el primer y segundo dígito

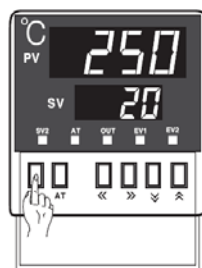



1 In case of changing the set value at status of RUN, press  key.

10<sup>0</sup> digit will flash at SV.



- 2.- Una vez seguro del valor deseado, para confirmar y empezar a trabajar con el nuevo valor configurado, presionamos la tecla .



4 Press  key when the setting is completed. It will stop flickering, then return to RUN mode.

Por último se encendió el equipo y después de un par de minutos se verifico que las lecturas del registrador de temperatura y la lectura del controlador (indicador PV) sean



muy cercanas, entonces se presiono la tecla “AT” por más de tres segundos para inicializar el proceso de calibración del PID de la incubadora. En el tiempo que duro la calibración automática el led del “AT” parpadeara con una frecuencia de 1Hz. Los valores de las constantes proporcional, integral y derivativo serán fijados automáticamente en este paso.

Después de 4 horas aproximadamente concluyo la calibración. Entonces se procedió a verificar si la calibración es óptima. Se anota la hora (por ejemplo 4p.m.) y se deja funcionando hasta el siguiente día. Al regresar se descargo los valores medidos a la computadora desde el registrador de 6 canales para verificar la estabilidad del control de temperatura de la incubadora, se tuvo cuidado en analizar el registro desde la hora anotada (4 p.m. del día anterior).

Luego de observar similitud de valores de lecturas entre el registrador y el indicador PV del controlador y observar una desviación o error de 0.2 grados centígrados de control es aceptado por los fabricantes de incubadoras neonatales.

Entonces el control de temperatura está listo para ser utilizado con el primer paciente.

## 4.2.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR DE TEMPERATURA.

### CONFIGURACIÓN DEL CONTROLADOR

El controlador que elegí para este proyecto es de procedencia coreana Marca Autonics, Modelo TZ4M ([www.autonics.com](http://www.autonics.com)), debido a su confiabilidad, robustez y prestigio ganado en la industria peruana. Pero la razón más importante para elegir esta marca es porque es muy comercial en el mercado peruano, haciendo que investigadores, profesores, profesionales y alumnos puedan utilizarlo para este tipo de trabajos.

Antes de colocar el controlador necesita ser programado para que pueda trabajar en la incubadora.

Se describe a continuación los display, botones y leds del controlador para su mejor comprensión y programación tanto como para el usuario como para el personal de soporte técnico.

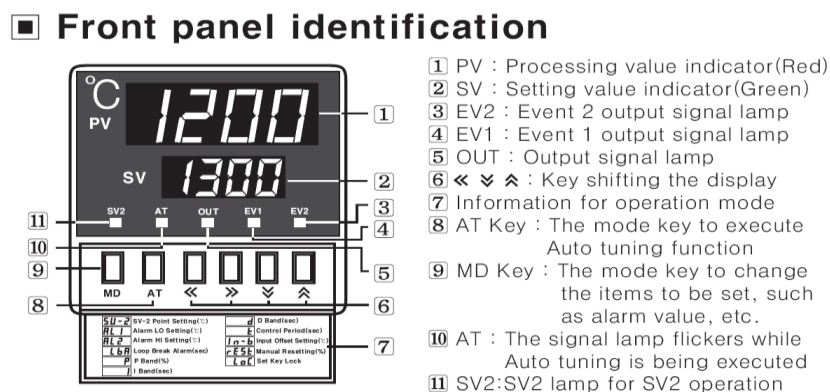


Figura 4,18: Descripción de Panel del Controlador Autonics

01	<b>PV</b>	Display de visualización de temperatura existente en la cúpula (Rojo).
02	<b>SV</b>	Display de visualización de temperatura configurada (Verde).
03	<b>EV2</b>	No Disponible.
04	<b>EV1</b>	Se enciende cuando se produce una alarma.
05	<b>OUT</b>	Se enciende cada vez que la resistencia es alimentada produciendo calor
06	<b>▲▼◀</b>	Teclas para cambiar los valores de configuración y navegar por el menú.
07	<b>INF</b>	Información para programación.
08	<b>AT Key</b>	Tecla reservada para programación, realiza calibración del PID.
09	<b>MD key</b>	Tecla destinada para programación.
10	<b>AT</b>	Led que indica que la calibración de PID está en proceso automático.
11	<b>SV2</b>	No Disponible

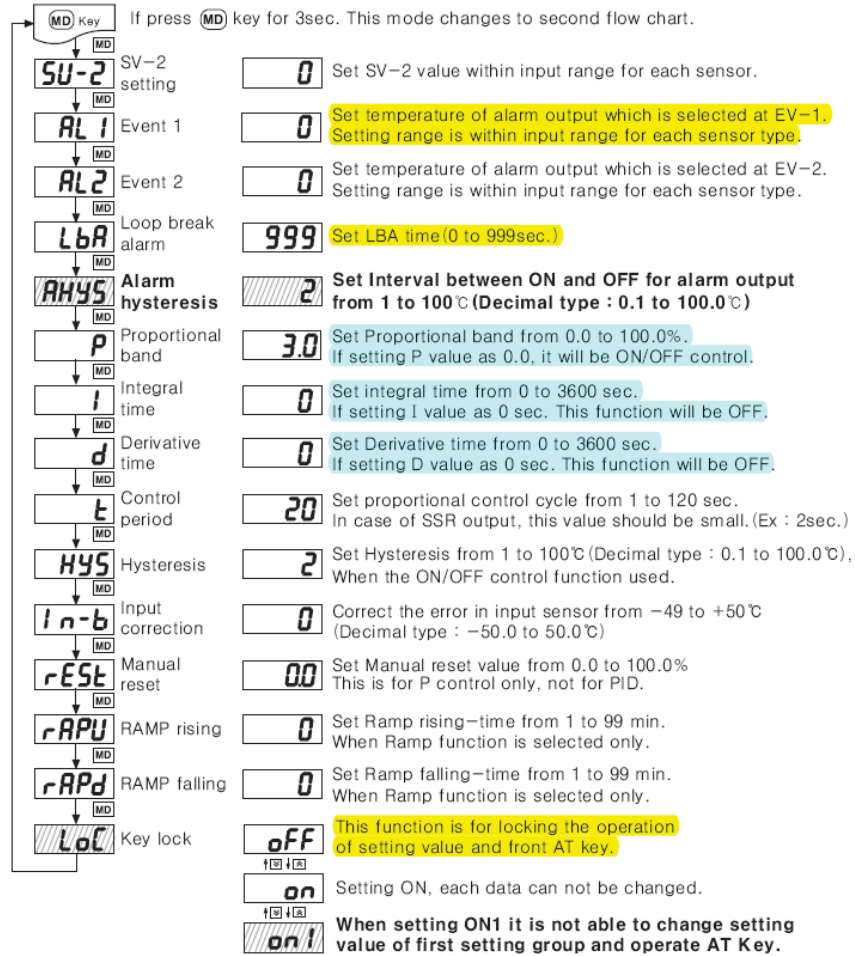
El controlador posee dos bloques para configurarlo, las cuales son llamados primer y segundo grupo de configuración.

Nótese que en ambas figuras donde se presenta el menú de configuración se ha resaltado con dos tipos de colores. Las opciones de menú en color amarillo se realiza en el momento de la instalación, y el celeste representa los valores de calibración del PID y se realiza cuando todo esté instalado, los demás parámetros no resaltados NO se modifican.

1.- Para ingresar al primer grupo de configuración se necesita presionar por más de 3 segundos la tecla **MD**, aquí podemos tener acceso a los diferentes campos de configuración, se presentaran uno por uno presionando la tecla **MD** y si se desea la modificación de uno de los valores podremos hacerlo con las teclas direccionales. A continuación se presenta una tabla de configuración donde se nos explica el significado de cada campo de configuración y cuáles son los valores que acepta el campo.

Tabla 4,3: Configuración del Controlador Autonics Primer Grupo

■ **Flow chart for first setting group**









Para nuestro caso del rediseño de la incubadora neonatal configuramos los campos que a continuación presentamos.

En la opción:  Event 1 

Se ingresa el valor de “1”, el cual significa que la alarma de seguridad o sobrecarga será activada cuando el controlador registre en 1°C grado superior a la temperatura seteada para la incubadora. Por ejemplo, se configura la temperatura de trabajo de 37°C y por alguna falla o anomalía la temperatura se eleva a 38°C, se registrara alarma y encenderá el piloto rojo y activara una bocina.

En la opción:  Loop break alarm 

Se ingresa el valor de “999”, el cual significa que desde el momento de encender el equipo la temperatura no se incrementa en un grado centígrado por espacio de 999 segundos, se activara la alarma visual “piloto rojo” y se activara la bocina. Esta es una opción que nos indica la resistencia está abierta.

 Key lock   
  
  
  


En la opción:

Se ingresa el valor de “ON”, para bloquear el ingreso a configuración avanzada del controlador, esto es un paso muy importante para evitar la modificación de manera accidental o que personal no autorizado cambia los valores de configuración particular para este tipo de incubadora.

2.- Para ingresar al segundo grupo de configuración se necesita presionar al mismo tiempo por más de 3 las teclas  & 

Tabla 4.4: Configuración del Controlador Autonicos Segundo Grupo

Flow chart for second setting group

If press **MD** + **↖** key for 3sec. at once in RUN state, it will go to second setting group.

(Note) (Note)

Temp. Sensor mode	Event 1	Event 2	Alarm mode	Auto-tuning	PID control mode	Heating & Cooling mode	Unit mode	Scale (High-limit)	Scale (Low-limit)	Decimal point	Retransmission output (High-limit)	Retransmission output (Low-limit)	Ramp function	Set communication speed	Set communication address	Lock mode	Temp. Sensor mode
In-t	EU-1	EU-2	AL-t	AL-t	PI d t	o-F t	Uni t	H-S C	L-S C	dot	FS-H	FS-L	rAñP	bPS	Rd r S	Lo C	In-t
PCRH	LbA	LbA	AL-A	tun1	PI d S	HEAt	°C	1300	-100	0	1300	-100	oFF	2400	01	oFF	
PCRL	SbA	SbA	AL-b	tun2	PI d F	CoOL	°F			00			on	4800		on	
JICH	AL-0	AL-0	AL-C							000				9600			
JICL	AL-1	AL-1	AL-d							0000							
rPr	AL-2	AL-2															
ECrH	AL-3	AL-3															
ECrL	AL-4	AL-4															
tCCrH	AL-5	AL-5															
tCCrL	AL-6	AL-6															
SPr																	
n nn																	
U t t																	
UPtH																	
UPtL																	
dPtH																	
dPtL																	
A--1																	
A--2																	
A--3																	

In-t	Input sensor : Select from 19 kinds.	dot	Select decimal point position for Analog input.
EU-1	Event 1 : Select from 9 kinds.	FS-H	Set the high-limit scale value when retransmission output is applied. (20mA)
EU-2	Event 2 : Select from 9 kinds.	FS-L	Set the low-limit scale value when retransmission output is applied. (4mA)
AL-t	Alarm output : Select from 4 kinds.	rAñP	Able to set ON and OFF of Ramp function.
AL-t	Auto-tuning : Selectable tun1 or tun2.	bPS	Set communication speed
PI d t	PID : Selectable PIDF or PIDS.	Rd r S	Set communication address
o-F t	Selectable heat-function or cool-function.	Lo C	The data cannot be changed when the lock key is ON.
Uni t	Temperature unit: °C or °F		
H-S C	Set high-limit scale value(Include analog output)		
L-S C	Set low-limit scale value(Include analog output)		

\*It will start to flicker by pressing << key then select each mode by < , > keys.  
 After that if press **MD** key, the DATA will be changed then display next mode.

\*The setting will be completed by pressing **MD** key for 3 sec. then it will return to RUN mode.  
 \*If no key touched for 60sec. in each mode, it will return to RUN mode automatically.  
 \*"(★)" might not be displayed according to the selection of input Sensor/Voltage/Current S/W.  
 \*"(Note)" might not be displayed according to the selection of option.

Para este caso necesitamos variar los siguientes campos.

En la opción: **In-t**

Se debe colocar el valor **r Pr**, indicándonos que se trabajara con un sensor de temperatura tipo PT100.

En la opción: **EU-1**

Se debe colocar el valor **AL-1**, indicándonos que cuando ocurra una alarma se active la salida EV-1, el piloto rojo y la bocina de alarma es colocado en esta salida para visualizar alarmas.

### 4.2.6 DIAGRAMA ELÉCTRICO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA.

Circuito controlador de Temperatura para Incubadora

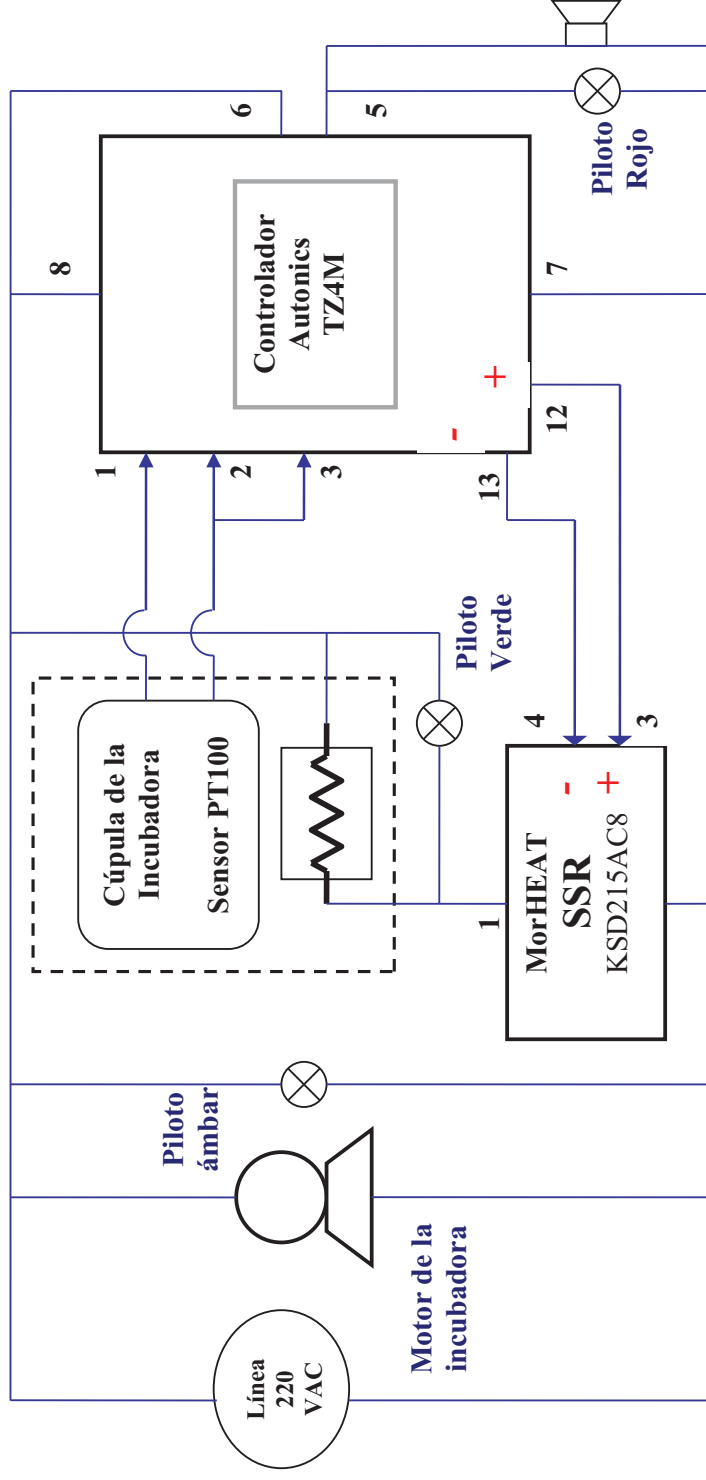


Figura 4,19: Diagrama Eléctrico del Controlador de Temperatura



#### 4.2.7 TÉCNICA DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA LA INCUBADORA NEONATAL.

Para la recopilación de datos se utilizó un equipo especializado llamado registrador de temperatura de 6 canales de la marca: Arkivis, modelo: TPA8015, el cual trabaja con 6 sensores tipo PT100, con exactitud de 0.1% de la escala total, con resolución de 16 bits y una frecuencia de muestreo de 12 tomas por segundo. Los datos pueden ser descargados aun una PC e impresos para su posterior análisis.

Los sensores se colocaron estratégicamente en el volumen de la cúpula para verificar la homogeneidad de la temperatura. En la figura se muestra la posición de los sensores

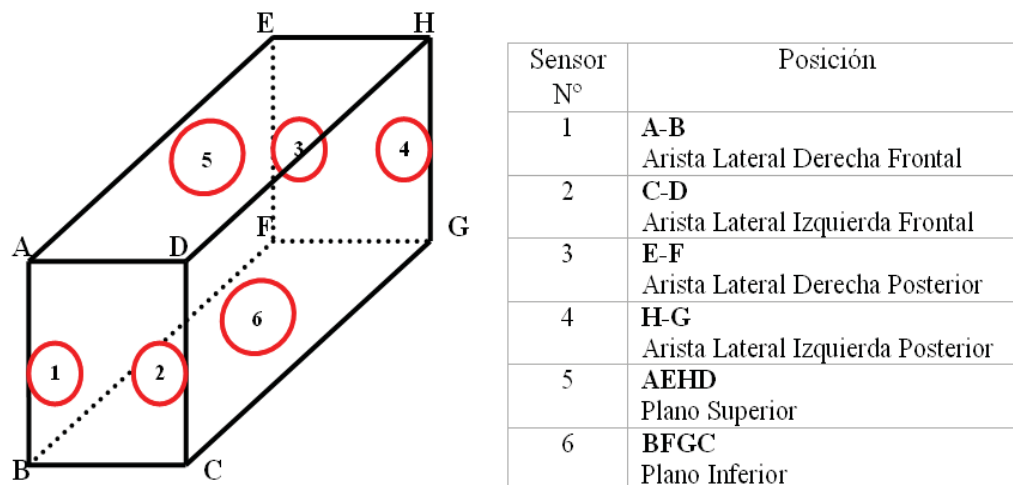


Figura 4,20: Disposición de Sensores para la calibración

El equipo es utilizado con neonatos de 34° C hasta 37° C. Para la verificación de control de temperatura se programo en 34° C, entonces se espero que se estabilice la temperatura por un espacio de 45 minutos y se anotaron 6 valores para cada sensor. Se calculó valores promedio por cada sensor para la tratar de reducir el error en la medición.

Se repitió el proceso de registro de temperaturas programando la incubadora a 37°C.

**Tabla 4,5: Medición de temperatura en la Incubadora Neonatal**  
**34 °C**  
 Medición de Temperatura

Posición (°C)	Medición N°1 (°C)	Medición N°2 (°C)	Medición N°3 (°C)	Medición N°4 (°C)	Medición N°5 (°C)	Medición N°6 (°C)	Promedio (°C)	Desviación
Punto 1	34.5	34.2	34.4	34.2	34.3	32.2	33.97	-0.03
Punto 2	34.2	34.3	34.2	34.1	34.6	34.2	34.27	0.27
Punto 3	34.3	34.3	34.5	34.4	34.4	34.5	34.4	0.4
Punto 4	33.9	34.1	34	34	34.2	34.1	34.05	0.05
Punto 5	33.8	34.5	34.4	34.5	34.4	34.3	34.5	0.5
Punto 6	33.9	33.9	33.7	33.8	33.7	33.8	33.9	-0.1

**37 °C**  
 Medición de Temperatura

Posición (°C)	Medición N°1 (°C)	Medición N°2 (°C)	Medición N°3 (°C)	Medición N°4 (°C)	Medición N°5 (°C)	Medición N°6 (°C)	Promedio (°C)	Desviación
Punto 1	37.2	37.3	37.1	37.2	37.4	37.3	37.25	0.25
Punto 2	37.3	37.1	37.2	37	37.2	37.3	37.18	0.18
Punto 3	37.2	37.1	37.1	37	37.1	37	37.08	0.08
Punto 4	37.3	37.1	37.2	37	37.2	37.3	37.18	0.18
Punto 5	37.5	37.4	37.5	37.4	37.3	37.4	37.42	0.42
Punto 6	36.9	36.8	36.7	36.9	36.8	36.7	36.8	-0.2

Nota DESVIACION = Promedio de Medidas Realizadas - Temperatura Esperada

Luego de observar la paridad de valores de lecturas provenientes del registrador y el indicador SV del controlador, se verificó una desviación de control de -0.2 y +0.42 grados centígrados, o sea se programo la temperatura de trabajo a 36°C y el registro mínimo fue de 35.8 °C y la máxima de 36.42 °C. Esta desviación o error es aceptado por los fabricantes de incubadoras neonatales. Entonces el control de temperatura es muy bueno y está listo para ser utilizado con un paciente.

# CAPÍTULO 5

## RESULTADOS

## **CAPÍTULO 5**

### **RESULTADOS**

#### ***5.1 RESULTADOS PARA LA CENTRÍFUGA DE TUBOS***

Después de realizar el registro de mediciones con instrumentos especializados para medir velocidad y tiempo; se verificó que existen pequeños errores que no influyen o condicionan los resultados de centrifugación de muestras, pues el valor de los errores está dentro del rango de exactitud o tolerancia descritas en los manuales técnicos y manuales de usuario de centrifugas de prestigiosas marcas.

Se entregó al usuario y previa capacitación se utilizó el equipo rediseñado en el laboratorio del hospital. Cabe destacar que fue necesaria la capacitación, pues se añadió tres botones de configuración y que fueron bien recibidas las modificaciones de los botones pues esto hace aun más fácil el manejo del equipo.

Se tomaron el doble de cantidad de muestras de sangre y orina de pacientes internados en el hospital, las “pruebas de fuego” fueron la contrastación de resultados con una segunda centrifuga (de marca Hettich procedencia alemana) ubicada en el laboratorio, esta última equipo goza de credibilidad y confiabilidad entre los tecnólogos del hospital. De forma paralela las muestras se analizaron en la centrifuga rediseñada y la centrifuga Hettich.

Una vez terminado el proceso de centrifugación en ambos equipos, se compararon resultados, verificándose la confiabilidad del equipo rediseñado.

Se repitieron durante todo el horario de trabajo del laboratorio esta tarea, continuando con la igualdad de resultados.

Se consiguieron los siguientes resultados en este trabajo de re-diseño a nivel técnico:

- Un sistema experto y confiable de control de velocidad y tiempo en comparación con equipos de prestigiosas marcas.
- Nuevo panel de ingreso de tiempo y velocidad amigable para el usuario.
- Monitoreo preciso y confiable de las variables de tiempo y velocidad en tiempo real cuando se hace uso de la centrífuga.
- No existe límites para rediseñar cualquier marca y modelo de centrífuga siempre en cuando se conserve en buen estado el motor. Pudiendo personalizar la presentación del teclado y modo de programación a las necesidades y exigencias por parte del usuario o tecnólogo.

### **5.1.1 COMPARACIÓN DE COSTOS**

En esta sección se realiza el análisis de costos, para ello contamos con cuadros comparativos en moneda nacional que representa el rediseño de una centrífuga y el costo de una nueva importada de parecidas características.

En la tabla 5,1 detallamos los costos de cada proceso en el rediseño de la centrífuga, se considera también una ganancia del 100% del valor gastado para el rediseño, una vez aplicado el margen de ganancia se suma al precio el 19% del impuesto general a las ventas, para finalmente tener el precio final para el usuario.

En la figura 5,2 se presenta los costos de tres opciones de centrífugas de prestigiosas marcas, todas de similares características a la rediseñada.

Analizando ambas tablas se observará que la proporción de costos va desde 1 a 2.24 hasta 1 a 2.73. Evidentemente los costos son rediseño son menores. Con esto se genera puesto de trabajo nacional, la respuesta de servicio técnico será menos engorrosa y más rápida debido a encontrarse en el mismo territorio nacional.




**Tabla 5,1: Costos de Rediseño en Centrífuga a tubos**  
**COSTO TOTAL DE REDISEÑO DE CENTRIFUGA A TUBOS**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
1	Construcción de placa Control de Velocidad	S/. 84.50
2	Construcción de placa Sensor Óptico	S/. 37.20
3	Construcción de placa Disparo Triac	S/. 36.30
4	Construcción de placa Cruce por Cero	S/. 46.90
5	Construcción de placa Control de Tiempo	S/. 70.50
6	Construcción de Panel Frontal de Control	S/. 30.00
7	Mano de Obra 5 días de 8 horas	S/. 300.00
8	Costo de Pintado y Limpieza	S/. 70.00
9	Otros Gastos	S/. 50.00
10	Ganancia de la Empresa al 100% (Suma Ítem 1 al 9)	S/. 725.40
11	Impuestos del IGV (19% de Suma Ítem 1 al 10)	S/. 275.65

<b>TOTAL</b>	<b>S/. 1,726.45</b>
--------------	---------------------



Tabla 5,2: Costo Centrifugas Nuevas

Marca y Modelo	Descripción	Imagen	Costo Importado	Ganancia al 30%	Precio de Venta al cliente
Clay Adams Serofuge 2002	Para banco de sangre. Rotor fijo con capacidad de 12 tubos 75 ml x 13 mm. Sistema dual de velocidades: alta 3.550 rpm y baja 2.450 rpm. Tapa con traba electrónica que impide su apertura mientras se encuentra en funcionamiento. Pantalla digital. Alarma que avisa el fin de su operación. <b>(995 dólares americanos)</b> <a href="http://www.aibld.com/detail.cfm?autonumber=67144">http://www.aibld.com/detail.cfm?autonumber=67144</a>		S/. 2,985.00	S/. 895.50	S/. <b>3,880.50</b>
HETTICH EBA 20	La práctica centrífuga EBA 20 es el equipo ideal para cantidades reducidas de muestras. El equipamiento de serie de esta centrífuga pequeña controlada por microprocesador incluye un rotor angular de 8 posiciones. Es adecuada para centrifugar los tubos más diversos hasta un volumen de 15 mL. Su número máximo. De revoluciones por minuto es de 6.000 min-1 <b>(970 Euros)</b> <a href="http://www.djblabcare.co.uk/djb/product/14/Centrifuges-C2002-Hettich_EBA20_Portable_Centrifuge">http://www.djblabcare.co.uk/djb/product/14/Centrifuges-C2002-Hettich_EBA20_Portable_Centrifuge</a> .		S/. 3,289.00	S/. 986.70	S/. <b>4,275.70</b>
Heraeus Labofuge 300	Sistema controlado por microprocesador, cerradura de seguridad automática, display de cristal líquido con luces de fondo, indicador visual y audible indicando que proceso ha terminado. Velocidad máxima desarrollada 4000 rev/min. Capacidad de 8 tubos de 15 mL. <b>(1210 dólares americanos)</b> <a href="http://www.thermo.com/com/cda/product/detail/0,1055,10124161,00.html">http://www.thermo.com/com/cda/product/detail/0,1055,10124161,00.html</a>		S/. 3,610.00	S/. 1,083.00	S/. <b>4,693.00</b>

## **5.2 RESULTADOS PARA LA INCUBADORA NEONATAL.**

Con la calibración automática descrito paginas atrás se logro un control de temperatura para aplicación al ramo de la biomédica con un error de  $-0.6$  y  $+0.42$  °C en el control de temperatura, siendo un error aceptable para este tipo de equipos, en los manuales de servicio técnico y catálogos figura el error permitido por un equipo nuevo importado es  $\pm 0.5$ °C.

Se entrego al usuario (previa capacitación) de manera oficial el equipo al personal del servicio de neonatología del hospital. Se realizaron pruebas de configuración de diferentes valores de temperatura de trabajo con el usuario para constatar el correcto y fácil manejo del equipo.

Las “pruebas de fuego” fue realizado con un bebe nacido de manera prematura, en todo momento de la prueba fue monitorizada por una enfermera calificada y de buena cantidad de años laborando en este servicio (neonatología).

Trascurrido 20 días el bebe salió de sala de recuperación de neonatología con los signos vitales estables.

Se consiguieron los siguientes resultados en este trabajo de re-ingeniería a nivel técnico:

- Un sistema experto de control de temperatura aplicado en el área biomédica.

Donde la calidad de control es vital para el éxito del desarrollo del neonato.

- Es posible el rediseño de incubadoras importadas de cualquier marca, modelo o procedencia, con la única condición de que el motor homogenizador de aire y la resistencia calefactora estén en buenas condiciones.

### **5.2.1 COMPARACIÓN DE COSTOS**

En esta sección se realiza el análisis de costos, para ello contamos con cuadros comparativos en moneda nacional. En la tabla 5,3 explicamos al detalle el costo que involucro cada etapa en el rediseño. Se considera también una ganancia del 100% del valor gastado para el rediseño, una vez aplicado el margen de ganancia se suma al precio el 19% del impuesto general a las ventas, para finalmente tener el precio final para el usuario.

En la tabla 5,4 se aprecia los costos de tres opciones de incubadora de marcada presencia en el mercado nacional.




Se observará que la proporción de costos va desde 1 a 3.62 hasta 1 a 8.78. Evidentemente los costos son rediseño son menores. Con esto se genera puesto de trabajo nacional, la respuesta de servicio técnico será menos engorrosa y más rápida debido a encontrarse en el mismo territorio nacional.

**Tabla 5,3: Costos de rediseño en Incubadora Neonatal**  
**COSTO TOTAL DE REDISEÑO DE INCUBADOTA NEONATAL**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
1	Costo de Accesorios y Equipos	S/. 971.00
2	Mano de Obra 10 días de 8 horas	S/. 600.00
3	Costo de Pintado y Limpieza	S/. 70.00
4	Otros Gastos	S/. 50.00
5	Ganancia de la Empresa al 100% (Suma Ítem 1 al 4)	S/. 1,691.00
6	Impuestos del IGV (19% de Suma ítem 1 al 5)	S/. 642.58

<b>TOTAL</b>	<b>S/. 4,024.58</b>
--------------	---------------------

Tabla 5,4: Costos de Incubadoras Neonatales Nuevas

Marca y Modelo	Descripción	Imagen	Costo Importado	Ganancia al 30%	Precio de Venta al cliente
FANEM C-186TS	Principio del formulario Cúpula con pared doble de acrílico de calidad óptica, control de temperatura de aire y piel, bajo nivel de ruido, Incubadora fabricada en material no-ferroso. Panel frontal rebatible y trampillas ovaladas, ergonómicas, con guarniciones de material no tóxico. (8500 Dólares Americanos) Final del formulario		S/. 27,200.00	S/. 8,160.00	S/. <b>35,360.00</b>
AIRSHIELDS C100	La Incubadora tiene un sistema de circulación de aire forzado que permite control estable de temperatura, distribución de calor uniforme, humidificación, protección de contaminantes aerotransportados y control de concentraciones de oxígeno. La instrumentación incluye la demostración digital de temperaturas y la indicación relativa de la salida de calor. Un sistema de alarma completo visual y audible (5000 Dólares Americanos)		S/. 16,000.00	S/. 4,800.00	S/. <b>20,800.00</b>
KENDAL YP90A	Incubadora servo controlada por microprocesador. Puede operar con base en la temperatura del aire o la piel del paciente. Cuenta con siete sistemas de alarma y la posibilidad de visualizar separadamente la temperatura ajustada de la real. Posee panel de control impermeable y resistencia generadora de calor con intensidad ajustable (0-100%) 3500 Dólares Americanos.		S/. 11,200.00	S/. 3,360.00	S/. <b>14,560.00</b>

# **CAPÍTULO 6**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### ***6.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA CENTRÍFUGA DE TUBOS.***

El sistema desarrollado cuenta con un tipo de control experto velocidad y temporización aptas para ser utilizados para el rediseño de los equipos que necesitan actualización tecnológica o que se encuentren en estado inoperativo provenientes de cualquier clínica u hospital. Brindando trabajo a mano de obra peruana.

Existen equipos importados aun más complejos que controlan variables de velocidad, tiempo, aceleración, desaceleración y temperatura de refrigeración.

Para construir equipos similares a las descritas líneas atrás es muy necesario conocer las características técnicas al mínimo detalle del motor de la centrífuga y hallar en el mercado nacional o internacional que empresa las comercializa o importarlas nosotros mismos.

También será necesario aumentar las reglas de programación para poder tener un mejor control de todas las variables adicionales. Y esto implica el cambio de micro-procesador de mayor complejidad como por ejemplo el PIC 16F877 ya que cuenta con cuatro puertos, tres timers y la velocidad de trabajo es 20 MHz o sea cinco veces mayor a al 16F84 logrando que pueda procesar más datos a un menor tiempo, el control de las variables podría ser aun más exhaustivo.

## **6.2 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INCUBADORA NEONATAL.**

El sistema desarrollado posee un tipo de control experto de temperatura para el área de biomédica, pudiendo ser aplicado el rediseño a cualquier incubadora neonatal sin importar modelo o marca. Brindando trabajo a mano de obra peruana.

Existen equipos importados aun más complejos que controlan variables de temperatura de cúpula, temperatura de piel y humedad.

Para lograr este tipo de control es necesario utilizar un equipo que controla dos entradas de señales de temperatura para este caso un sensor para controlar la temperatura de la cúpula y el segundo sensor para controlar la temperatura de piel del neonato. Se podría colocar un pequeño reservorio de agua destilada para que el aire caliente expulsado desde el chasis hacia la cúpula vaya acompañado con humedad. El nivel de humedad sería controlado de forma manual con una compuerta y el registro de la humedad relativa existente en la cúpula se encargaría el mismo controlador.

Se recomienda utilizar el controlador de marca: Libratherm, modelo: HTC3003 que tiene rango de control de 0 a 99°C en ambas entradas e indicación de humedad relativa de 0 a 99%.



# **CAPÍTULO 7**

**TRABAJO SIMILARES**

**PUBLICADOS**

## CAPÍTULO 7

### TRABAJOS SIMILARES PUBLICADOS.

Para citar trabajos similares al que se presenta en este informe, encontré en la red de Internet lo siguiente:

**Para la Incubadora Neonatal:** Trabajo titulado “Prototipo de Incubadora Neonatal” cuyos autores son Laura Restrepo Pérez, Natalia Durango Londoño, Nicolás Gómez Suárez, Felipe González Ramírez, Nadia Rivera Bonilla, de la Escuela de Ingeniería de Antioquia Universidad CES Medellín Colombia.

Para este trabajo se construyó una incubadora a escala utilizando acrílico en las paredes de la cuna y bandejas de metal para el soporte de la cuna y el chasis que contiene la circuitería de control. Se utilizó un control de temperatura compuesto por circuitos electrónicos y circuitos integrados, ha de notarse el control es del tipo ON/OFF deficiente a comparación con el PID.

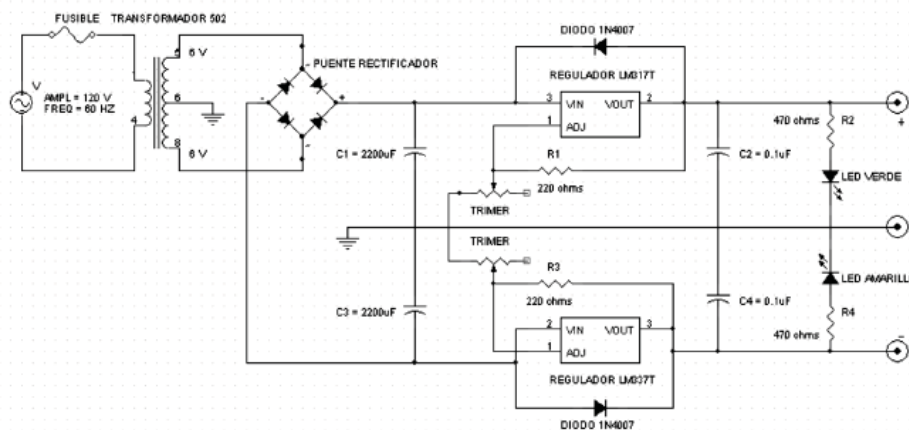
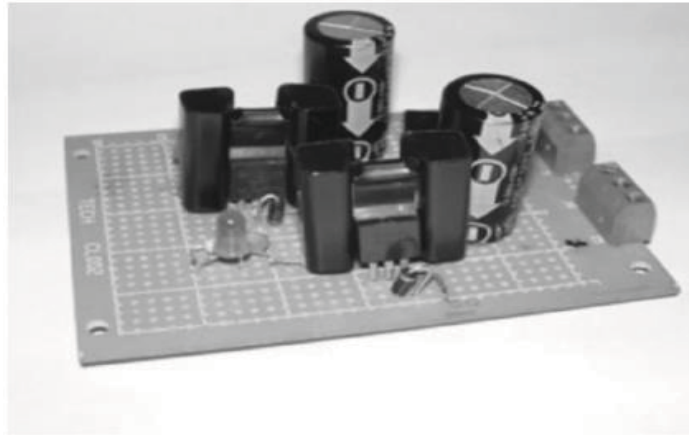
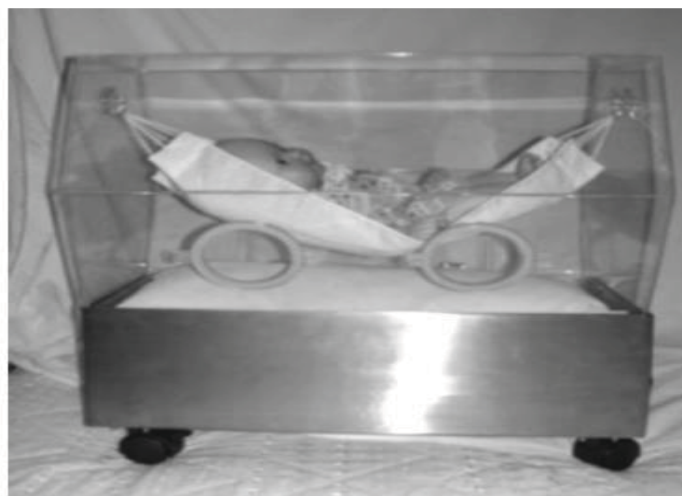


Figura 7,1: Diagrama Eléctrico del Control de Temperatura – COLOMBIA



**Figura 7,2: Fotografía del Control de Temperatura – COLOMBIA**



**Figura 7,3: Fotografía Trabajo culminado de la Incubadora – COLOMBIA**

**Para la centrífuga a tubos:** Trabajo titulado “Centrífuga Digital de Tubos” de Henry Fabio Dávila Ochoa de la Universidad Ricardo Palma – Argentina.

Se utilizó dos microprocesadores, el 16F877 realiza las tareas de ingreso de data de parte del usuario, displayado y sonido, sensado de velocidad, controles de tiempo. El

otro PIC 16F84 es utilizado para el control de disparo del triac. En el informe se reporta que se consiguió un buen control de velocidad, pero no se reporta mediciones y resultados numéricos.

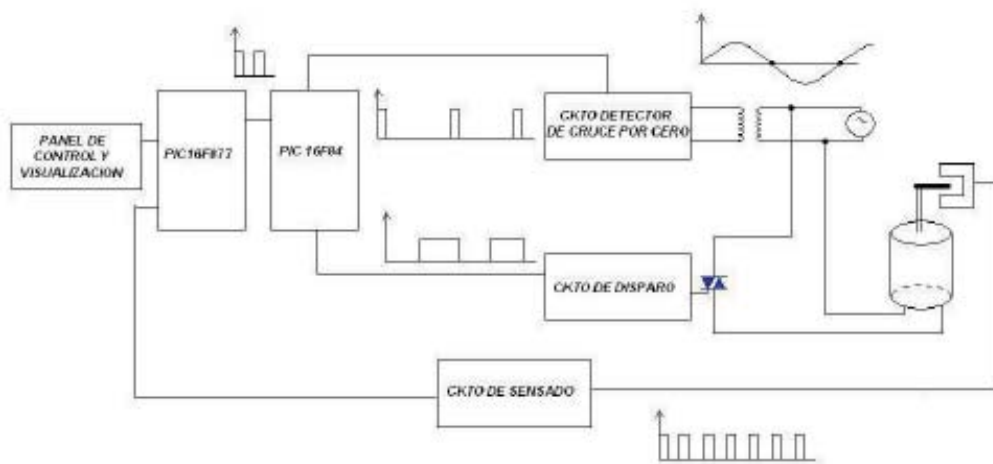


Figura 7,4: Diagrama de bloques de Incubadora – ARGENTINA

# BIBLIOGRAFÍA

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Libros:**

- 1.- Boylestad Robert y Nashelsky Louis. ELECTRÓNICA. TEORÍA DE CIRCUITOS. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana – México, 1998.
- 2.- José M. Angulo Usategui y Ignacio Angulo Martínez. MICRO-CONTROLADORES PIC DISEÑO PRÁCTICO DE APLICACIONES, Editorial Mc Graw Hill Segunda Edición, 2001, Capítulos 4,5 y 6.
- 3.- Tood Stanford. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO CLÍNICO POR EL LABORATORIO, Editorial Salvat, 1988, Tomo I Pág. 14.

### **Revistas y Manuales:**

- 1.- CENETEC (Centro Nacional de Extensión Tecnológica en Salud) Secretaria de Salud de México. Guía Tecnológica de Incubadora Neonatal, Agosto 2004  
[http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo\\_guias/guias\\_tec/4gt\\_incubadora.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/equipo_guias/guias_tec/4gt_incubadora.pdf)
- 2.- Deacon J. y O'Nelly P. MANUAL DE CUIDADOS INTENSIVOS DE ENFERMERÍA EN NEONATOS, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, Segunda Edición, 2001.
- 3.- Escuela de Ingeniería de Antioquia – Universidad CES, Medellín, La Incubadora Neonatal. Revista Ingeniería Biomédica, Edición Mayo 2007, Páginas de 55 a 59.
- 4.- Microchip Technology Inc. DATASHEET MICROCHIP 16F84, 2001.  
<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/35007b.pdf>.
- 5.- Revista Electrónica UNICROM. Tutorial del Triac. Octubre 2002.  
[http://www.unicrom.com/Tut\\_triaco.asp](http://www.unicrom.com/Tut_triaco.asp)

**Páginas Web y Blogs:**

- 1.- Pagina WEB [www.wordpress.com](http://www.wordpress.com). Centrifugas y Micro centrifugas. Blog “Equipo1”, 1 de Octubre del 2007,  
<http://equipo1.wordpress.com/category/bibliografia-y-presentacion/material-y-parataje/aparataje/centrifuga-y-microcentrifuga/>
- 2.- Catedrático Manuel Reina de la Universidad de Barcelona, Facultad de Ciencias. Fraccionamiento Sub-celular. 7 Abril del 2005.  
<http://www.ub.es/biocel/wbc/tecnicas/fraccionamiento.htm>
- 3.- Pagina Web Wikipedia. Control Proporcional, derivativo e integral, 2009  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional\\_integral\\_derivativo](http://es.wikipedia.org/wiki/Proporcional_integral_derivativo)

# APÉNDICE



## APÉNDICE

### Tablas

Tabla 3,1: Comandos Assembler del PIC16F84 .....	34
Tabla 3,2: Clasificación de incubadoras neonatales por el uso .....	50
Tabla 4,1: Mediciones de velocidad de Centrífuga a tubos.....	125
Tabla 4,2: Mediciones de temporización de Centrífuga a tubos .....	125
Tabla 4,3: Configuración del Controlador Autonics Primer Grupo .....	136
Tabla 4,4: Configuración del Controlador Autonics Segundo Grupo .....	138
Tabla 4,5: Medición de temperatura en la Incubadora Neonatal.....	143
Tabla 5,1: Costos de Rediseño en Centrífuga a tubos .....	148
Tabla 5,2: Costo Centrifugas Nuevas .....	149
Tabla 5,3: Costos de rediseño en Incubadora Neonatal.....	152
Tabla 5,4: Costos de Incubadoras Neonatales Nuevas .....	153

## Ilustraciones

Figura 3,1: La Sedimentación.....	15
Figura 3,2: Nano grama .....	19
Figura 3,3: Cabezal de Centrífuga.....	23
Figura 3,4: Arquitectura del PIC16F84.....	26
Figura 3,5: Diagrama de Bloques del PIC16F84.....	27
Figura 3,6: Efecto Rebote y Eliminación de Rebotes.....	32
Figura 3,7: Diagrama del Triac.....	35
Figura 3,8: Diagrama de disparo básico del triac .....	36
Figura 3,9: Ángulos de conducción del triac .....	37
Figura 3,10: Montaje estándar básico con lógica digital positiva. ....	39
Figura 3,11: Montaje con lógica digital negativa .....	39
Figura 3,12: Incubadora Neonatal Estándar .....	44
Figura 3,13: Incubadora de transporte.....	49
Figura 4,1: Diagrama de Bloques para control de Centrífuga.....	64
Figura 4,2: Centrífuga a rediseñar .....	65
Figura 4,3: Tarjeta madre o principal fabricado.....	66
Figura 4,4: Posición del sensor óptico de velocidad .....	67
Figura 4,5: Panel frontal de centrifuga rediseñada.....	67
Figura 4,6: Ciclo de onda monofásica de 220 Vac.....	83
Figura 4,7: Tren de Pulsos Provenientes del Motor .....	85
Figura 4,8: Diagrama Eléctrico del Control de Velocidad .....	101
Figura 4,9: Diagrama Eléctrico del Sensor Óptico.....	102
Figura 4,10: Diagrama Eléctrico del Disparo del Triac .....	102
Figura 4,11: Diagrama Eléctrico del Cruce por Cero.....	103
Figura 4,12: Diagrama Eléctrico del Control de Tiempo .....	123

Figura 4,13: Medición de rev/min y Tacómetro.....	124
Figura 4,14 : Diagrama de bloques de incubadora .....	128
Figura 4,15: Incubadora neonatal a rediseñarse .....	129
Figura 4,16: Medidas y colocación de controlador de temperatura .....	130
Figura 4,17: Panel de usuario de incubadora neonatal .....	131
Figura 4,18: Descripción de Panel del Controlador Autonics .....	134
Figura 4,19: Diagrama Eléctrico del Controlador de Temperatura .....	140
Figura 4,20: Disposición de Sensores para la calibración .....	141
Figura 7,1: Diagrama Eléctrico del Control de Temperatura – COLOMBIA.....	158
Figura 7,2: Fotografía del Control de Temperatura – COLOMBIA .....	159
Figura 7,3: Fotografía Trabajo culminado de la Incubadora – COLOMBIA.....	159
Figura 7,4: Diagrama de bloques de Incubadora – ARGENTINA.....	160

# ANEXOS

**ANEXOS**

Centrífuga de tubos marca: Heraeus, modelo: labofuge200.....	I
Centrífuga de tubos marca: Heraeus, modelo: Labofugue 300.....	II
Centrífuga de tubos marca: Heraeus, modelo: Megafugue 11.....	III
Centrífuga de tubos marca: Heraeus, modelo: Thermo Scientific.....	IV
Centrífuga de tubos marca: Hettich, modelo: Mikro200.....	V
Centrífuga de tubos marca: Hettich, modelo: EBA20.....	VI
Incubadora neonatal marca: Hillmed, modelo: Neo 36.....	VII
Incubadora neonatal marca: Isolette, modelo: Isolette C450 QT.....	VIII
Incubadora neonatal marca: Air Shields, modelo: Isolette C40 QT.....	IX
Incubadora neonatal marca: Air Shields, modelo: Isolette C2000.....	X
Incubadora neonatal marca: Air Shields, modelo: Isolette C2000E.....	XI
Incubadora neonatal marca: Air Shields, modelo: TI500 Globe.....	XII
Controlador de temperatura marca: Autonics, modelo: TZ4M.....	XIII
Catalogo de SSR marca: MorHEAT, modelo: KS.....	XIV
Trabajo similar de incubadora neonatal – Univ. de Colombia.....	XV
Trabajo similar de centrífuga a tubos – Univ. de Argentina.....	XVI
Controlador de Temperatura e indicador de humedad HTC3003.....	XVII

## LABOFUGE® 200 COMPACT CENTRIFUGE

### Easy to Use

The functional Heraeus® Labofuge® 200 is ideal for use in medical practices, clinical and small laboratories and as a stand-by unit in large laboratories.



### Benefits

- Easy to use
- Able to run wide range of most popular medical tubes
- Maintenance-free
- Safe

◀ Labofuge® 200

### Maintenance-free

The Labofuge® 200 is equipped with a brushless motor, so there is no need to replace carbon brushes. Beside saving time and money, this also ensures clean operating conditions.

### Accessories

The Labofuge® 200 comes complete with an autoclavable rotor. Made of impact resistant, fibre glass reinforced polyamide, this rotor offers high stability and outstanding run characteristics.

It is easily removed for cleaning in the laboratory washing machine. An extensive range of adapters permits centrifugation of all standard 5, 7, 10 and 15 ml tubes, including the popular “Monovette”, “Vacutainer” and “VenoJect” blood collection tubes.

### Safety

Samples processed in today’s laboratories often harbor unknown risks. The Labofuge® 200 complies with international safety standards and is equipped with a lid lock, lid interlock and steel armoured guard ring.

### Functions

The microprocessor controlled Labofuge® 200 is equipped with bright digital displays and touch-pad keys for quick and easy setting of speed and run-time. The values last used are stored. To repeat a run, simply press the start key.

It is also designed with a user friendly self diagnosis system which indicates faults directly on the display.

# TECHNICAL DATA



Set the required speed...



...and the required time.



With the "start" button, repeat runs can easily be recalled.

Labofuge® 200	230 V version	110-120 V version
<b>Description</b>	Microprocessor controlled table top centrifuge	
<b>Maximum speed (rpm)</b>	5300	5000
<b>Minimum speed (rpm)</b>	1600	1600
<b>Maximum RCF (x g)</b>	3030	2600
<b>Minimum RCF (x g)</b>	270	270
<b>Maximum capacity (ml)</b>	12 x 15 (glass)	12 x 15 (glass)
<b>Controller</b>	Microprocessor controller for time and speed	
<b>Drive</b>	Brushless induction motor, microprocessor controlled	
<b>Runtime</b>	1-99 min. and continuous operation (Hold)	
<b>Program memory</b>	Stores values last entered, unlimited	
<b>Safety</b>	Lid lock and lid interlock, steel armoured guard ring	
<b>Design</b>	Fibre glass reinforced polyamide housing with high noise and vibration insulation properties	
<b>Dimensions (H x W x D) (mm / inch)</b>	240 x 284 x 375 / 9.5 x 11.2 x 14.8	
<b>Weight (incl. rotor) (kg / lbs)</b>	Approx. 10.7 / 23.5	
<b>Power consumption (W)</b>	65	65

# ORDER NUMBERS

Model	Order No.	
<b>Labofuge® 200</b>	230 V; 50 / 60 Hz	75003630
	110-120 V; 50/60 Hz	75003631

Accessories for Labofuge® 200	230 V version	110-120 V version
<b>Angle rotor<sup>1)</sup></b>	75003760	75003760
<b>Max. speed (rpm)</b>	5300	5000
<b>Max. RCF (x g)</b>	3030	2600
<b>Max. capacity (ml)</b>	12 x 15	12 x 15
<b>Max. radius (cm/inch)</b>	9.65/3.8	9.65/3.8
<b>Acceleration time (sec)</b>	40	40
<b>Braking time (sec)</b>	45	45

### Accessories for fixed angle rotor 75003760

Tube volume (ml)	Type of tube	Dimension (mm) Diam. x Length	Tubes per rotor	Type of adapter	Adapter Order No.
7	Glass tubes (DIN)	12 100	12	yellow	75003227 <sup>2)</sup>
15	Glass tubes (DIN)	16 100	12	<sup>4)</sup>	—
3-5	VenoJect II (Terumo)	13 75	12	cream + rubber pad	75003227 <sup>2)</sup>
7	VenoJect II (Terumo)	13 100	12	yellow	75003227 <sup>2)</sup>
9-10	VenoJect II (Terumo)	16 100	12	sleeves	75003763 <sup>3)</sup>
3-5	Vacutainer (BD) <sup>2)</sup>	13 75	12	cream + rubber pad	75003227 <sup>2)</sup>
7	Vacutainer (BD) <sup>2)</sup>	13 100	12	yellow	75003227 <sup>2)</sup>
7	Vacutainer (BD)	16 75	12	sleeves + rubber pad	75003763 <sup>3)</sup> 75003266
10	Vacutainer (BD) <sup>2)</sup>	16 100	12	<sup>4)</sup>	—
15	Vacutainer (BD)	16 125	6	<sup>4)</sup>	—
4	Sarstedt Monovette	11.5 83.5	12	cream	75003227 <sup>2)</sup>
5	Sarstedt Monovette	13 90	12	cream	75003227 <sup>2)</sup>
7.5	Sarstedt Monovette	15 92	12	<sup>4)</sup>	—
9	Sarstedt Monovette	16.5 92	6	rubber pad	75003762
12 (Urine)	Sarstedt Monovette	16.5 101.5	6	<sup>4)</sup>	—
Urine tubes	BD, Terumo	16 100	12	sleeves	75003763 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> included with centrifuge

<sup>2)</sup> tube incl. Hemoguard cap

<sup>3)</sup> included with rotor

<sup>4)</sup> not necessary

<sup>5)</sup> The adapter set 75003227 contains the yellow and cream adapters and rubber pads.

## For Ordering or Technical Information

**Asia Pacific North** Kendro Laboratory Products (H.K.) Limited · Hong Kong · Tel. +852 2711-3910 · Fax +852 2711-3858 · info@kendro.com  
**Asia Pacific South** Kendro Laboratory Products · Lane Cove, Sydney · NSW 2066 · Tel. +61 (2) 9936 1540 · Fax +61 (2) 9427 9766 · info@kendro.com.au  
**Europe, Middle East, Africa**

Kendro Laboratory Products International Sales · Hanau · Germany · Tel. +49 (1805) 536 376 · Fax +49 (1805) 112 114 · info@kendro.de  
 Kendro Laboratory Products International Sales · Newtown, CT · USA · Tel. +1 (203) 270-2030 · Fax +1 (203) 270-2210 · info@kendro.com  
**Latin America**  
**USA, Canada** Kendro Laboratory Products · Newtown, CT · USA · Tel. +1 (800) 522-7746 · Fax +1 (203) 270-2166 · info@kendro.com

**Internet** <http://www.kendro.com>



Quality Products – Lifetime Care



## HERAEUS® LABOFUGE® 300 SMALL MEDICAL CENTRIFUGE

### Swing-out value



Swinging bucket value – with the Labofuge® 300 Small Medical Centrifuge

### Economical and comprehensive

The Labofuge® 300 is a small medical centrifuge with swing-out rotor. A rotor with buckets for tubes up to a volume of 15 ml is included in the price.

The Labofuge® 300 is ideal for centrifugation of blood collection tubes.

It is ideal for medical laboratories and practices with low sample throughput.

### Applications

- centrifugation of blood collection tubes in wards, practices and small hospitals
- preparation of “gel tubes” for virus testing
- separation of cells and crystalline precipitates

### Ideal for virus testing

The Labofuge® 300 is particularly suited to diagnostics and therapy of viral diseases (HIV, hepatitis). In the field of virus testing, tubes with a gel barrier (“gel tubes”) are increasingly used. Immediately after a blood sample has been taken, these tubes must be spun. With gel tubes, blood plasma is separated from red blood cells by a layer of gel after centrifugation. The gel layer prevents mixing and resultant decomposition of viruses. The tubes can be stored or transported to a laboratory for virus testing.

Centrifuges with fixed angle rotors are unsuitable for gel tubes, according to tube manufacturers.

Blood collection tubes with gel barrier

**A. Unsuitable for centrifugation in fixed angle rotors.**

**B. After centrifugation in swinging bucket rotor:**

- gel barrier sticks to the tube wall
- transportation stability is guaranteed
- no traces of contamination in the plasma

It goes without saying that ordinary blood sample tubes and glass tubes can also be spun in the Labofuge® 300.

### Benefits

- economical small centrifuge with swinging bucket rotor
- ideal centrifugation of blood collection tubes
- complete system with 8-place swinging bucket rotor and buckets
- outstanding quality and reliability as a result of induction drive and microprocessor control

DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 info@djblabcare.co.uk www.djblabcare.co.uk 01908 612598



# ORDER NO.

# TECHN. DATA

Type	Equipment	230 V; 50/60 Hz	120 V; 60 Hz
Labofuge® 300	incl. 8 x 15 ml swinging bucket rotor 8 buckets each for 7 ml and 15 ml and distance pads	75003230	75003231

<b>Centrifuge</b>	compact, air cooled table top centrifuge		
<b>Drive</b>	induction drive without carbon brushes		
<b>Control/operation</b>	microprocessor control through Easycontrol I with variable pre-selection and display of speed and time, Quick-run		
Min./max. speed	rpm	300 – 4,000, adjustable in increments of 10	
<b>Max. RCF</b>		2,028	
Noise at max. speed	dB	< 60	
<b>Run time</b>	mins.	0–99, continuous operation	
Program memory	the data last entered remains saved		
<b>Construction</b>	galvanised steel chassis with armoured chamber and plastic casing		
Equipment safety	lid lock and interlock		
<b>Dimensions (h/w/d)</b>	mm	315/380/475	
	inch	12.4/15.0/18.7	
Weight (excluding rotor)	kg/lbs	30/66	
<b>Power consumption</b>	W	180	
Test standards	manufactured and tested in accordance with EN 61 010-1, EN 61 010-2-020, N 50 081-1, EN 50 082-1; does not require testing in acc. with UVV VBG 7z		



Rotor/Order no.	Swinging bucket rotor/76003265 <sup>1)</sup>	35° fixed angle rotor/75003760
<b>Max. speed</b>	rpm 3,600	4,000
Max. RCF	2,028	1,915
<b>Max. capacity</b>	ml 8 x 15	12 x 15
Accel./braking time	sec. 28/29	30/32
<b>Min./max. radius</b>	mm 57/140	51/107
	inch 2.2/5.5	2.0/4.2

<sup>1)</sup> incl. in the price

	Max. tube size diam. length (mm/inch)	Tubes per rotor	Color buckets	Order no.
<b>Accessories for swinging bucket rotor 76003265:</b>				
15 ml bucket	16.5/0.7 113/4.5	8	red	–
<b>7 ml bucket</b>	13/0.5 113/4.5	8	yellow	–
Distance pad	– 90/3.5	–	–	76003266
<b>Accessories for fixed angle rotor 75003760:</b>				
7 ml adapter	13/0.5 113/4.5	12	white	75003761
<b>10 ml pad</b>	16.5/0.7 117/4.6	6	–	75003762
Protective sleeves for glass	16/0.6 100/3.9	12	–	75003763

## Your Sales Contact

## For Ordering or Technical Information

<b>Asia Pacific North</b>	Kendro Laboratory Products (H.K.) Limited · Hong Kong · Tel. +852 2711-3910 · Fax +852 2711-3358 · info@kendro.com
<b>Asia Pacific South</b>	Kendro Laboratory Products · Lane Cove, Sydney · NSW 2066 · Tel. +61 (2) 9936 1540 · Fax +61 (2) 9936 9945 · info@kendro.com.au
<b>Europe, Middle East, Africa</b>	Kendro Laboratory Products International Sales · Hanau · Germany · Tel. +49 (1805) 220-2210 · Fax +49 (1805) 112 114 · info@kendro.de
<b>Latin America</b>	Kendro Laboratory Products International Sales · Newtown, CT · USA · Tel. +1 (203) 270-2210 · Fax +1 (203) 270-2210 · info@kendro.com
<b>USA, Canada</b>	Kendro Laboratory Products · Newtown, CT · USA · Tel. +1 (800) 522-7746 · Fax +1 (203) 270-2210 · info@kendro.com
<b>Internet</b>	http://www.kendro.com



Quality Products – Lifetime Care

Registered to ISO 9001. Kendro Laboratory Products meet or exceed stringent quality and product safety standards: CE for the European Union, and UL, cUL or CSA standards for North America. ©2002 Kendro Laboratory Products. All Rights Reserved

**Heraeus**

Printed in Germany 5C 04/02 4t Druckere



ibo300 4e

**DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist**  
**info@djb-labcare.co.uk www.djb-labcare.co.uk**  
**01908 612598**

**Heraeus®  
Megafuge® 11  
Centrifuge Series**



**Outstanding Capacity, Convenience  
and Value for Routine Applications**

Introducing the Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series – a new Thermo Scientific centrifuge offering unsurpassed convenience and exceptional versatility for routine applications. With its quiet performance and compact footprint, the Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series is the ideal choice for high-capacity, high-throughput processing in the clinical lab.

***Featuring Fast Rotor  
Exchanges with AUTO-LOCK®***



## Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series



### Capacity, Convenience and Value for Routine Applications

The Thermo Scientific Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series is an excellent choice for high-capacity, high-throughput processing in the lab. Offering outstanding reliability, the Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series delivers consistent separations quickly, with maximum convenience and comfort.

#### Exceptional Capacity

The Heraeus Megafuge 11 Series provides high capacity in a compact footprint, so you can process large numbers of samples without giving up precious bench space.

- Process 60 x 5/7 ml vacutainer or 16 x 50 ml conical tubes with the versatile T41 swing-out rotor.
- Process 28 x 5/7 ml vacutainer or 4 x 50 ml conical tubes in sealed conditions with the S41 rotor.
- The AC15.4 fixed-angle rotor accommodates 30 x 15 ml tubes.
- The T20 microplate rotor spins 2 x 3 microplates in sealed buckets.

- The FIBERLite® 48 x 2 ml microtube rotor enables high-speed microvolume centrifugation at > 23,000 x g.

#### Convenient Operation

- The patented AUTO-LOCK® rotor exchange system on the Heraeus Megafuge 11 Series lets you swap rotors in seconds. You can change protocols quickly and perform daily cleaning tasks with ease.
- The user-friendly control panel gives you one-touch access to frequently-used programs.

#### Proven Reliability

- The Heraeus Megafuge 11 Series' brushless induction motor provides years of service with minimal maintenance.
- Whisper-quiet operation eliminates distractions.

#### Proven Safety

- The Heraeus Megafuge 11 Series supports a protected laboratory environment with a full set of sealed accessories, tested by CAMR\* in Porton Down, UK, the gold standard in biological safety testing.

\*CAMR is now incorporated within the UK Health Protection Agency (HPA)



#### Quick Recall Keys

provide single keystroke access to frequently used programs.

#### G-Force Control

allows protocol transfer from other centrifuges without cross-reference to RPM.

#### Bright LED Displays

for easy, at-a-glance monitoring of set and run conditions across the lab.

#### Pre-Cooling Function

on the refrigerated Megafuge 11R for rotor and chamber preparation.

DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
info@djblabcare.co.uk www.djblabcare.co.uk 0208 612598



## Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series Rotors and Accessories

### T41 High-Capacity Swing-Out Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>T41 Swing-Out Rotor, 4 X 280 ml</b>						
Standard buckets, 280 ml (set of 4)		77	164	4100	3082	11210436
Buckets, 4 X 50 ml conical (set of 4)	<b>16</b>	33	169	4100	3176	11175752
Buckets, 3 X 50 ml conical skirted (set of 4)	<b>12</b>	33	169	4100	3176	11175759
Buckets, 15 X 5/7 ml vacutainer (set of 4)	<b>60</b>	13.5	165	4100	3101	11175763
Sealing lids for 11210436 (set of 4)						11175712
<b>Adapters for T41 Swing-Out Rotor (set of 4)</b>						
1 X 280 ml round	4	64	161	4100	3026	11175713
1 X 250 ml flat	4	61	161	4100	3026	11175714
1 X 200 ml flat	4	55	156	4100	2932	11175715
1 X 175 ml conical	4	60	166	4100	3120	11175716
1 X 100 ml	4	38	161	4100	3026	11175719
2 X 65 ml round	8	34	156	4100	2932	11175720
4 X 50 ml round	16	28.5	132	4100	2481	11175721
1 X 50 ml conical skirted	4	29	163	4100	3063	85540175
<b>2 X 50 ml conical</b>	<b>8</b>	<b>29</b>	<b>134</b>	<b>4100</b>	<b>2518</b>	<b>11175722</b>
<b>3 X 50 ml conical*</b>	<b>12</b>	<b>29</b>	<b>134</b>	<b>4100</b>	<b>2518</b>	<b>11210348</b>
1 X Centriprep	4	28	160	4100	3007	11175742
5 X 30 ml round	20	25.5	157	4100	2951	11175723
3 x 25 ml Universal	12	26	153	4100	2875	11204125
5 X 25 ml	20	24	155	4100	2913	11175724
4 X 25 ml Corex	16	24	155	4100	2913	11175725
9 X 16 ml round	36	18	160	4100	3007	11175726
<b>12 X 10 ml vacutainer</b>	<b>48</b>	<b>17</b>	<b>160</b>	<b>4100</b>	<b>3007</b>	<b>11175727</b>
<b>4 X 15 ml vacutainer *</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>163</b>	<b>4100</b>	<b>3063</b>	<b>11175738</b>
7 X 15 ml urine	28	17	161	4100	3026	11175729
<b>4 X 15 ml conical</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>163</b>	<b>4100</b>	<b>3063</b>	<b>11175730</b>
<b>5 X 15 ml conical *</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>163</b>	<b>4100</b>	<b>3063</b>	<b>11175731</b>
4 X 14 ml Corning round	16	15.5	163	4100	3063	11175747
12 X 13 ml	48	16	160	4100	3007	11175732
9 X 10 ml	36	16	160	4100	3007	11175728
19 X 8 ml	76	12	161	4100	3026	11175733
<b>12 X 5/7 ml vacutainer</b>	<b>48</b>	<b>12.5</b>	<b>160</b>	<b>4100</b>	<b>3007</b>	<b>11175740</b>
19 X 5 ml RIA	76	13	161	4100	3026	11175734
19 X 3 ml RIA	76	11	161	4100	3026	11175735
13 X 2 ml	52	10	159	4100	2988	11175736

\* In open buckets only.

### S41 Swing-Out Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>S41 Swing-Out Rotor, 4 X 200 ml</b>						
Standard buckets, 200 ml (set of 4)		57	161	4100	3026	11175611
Sealing lids for 11175611 (set of 4)						11175612
<b>Adapters for S41 Swing-Out Rotor (set of 4)</b>						
200 ml PP bottle p/n 41193271	4	56.5	161	4100	3026	direct
1 X 100 ml	4	45	159	4100	2990	11174181
1 X 50 ml round	4	35	158	4100	2970	11174501
<b>1 X 50 ml conical</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>159</b>	<b>4100</b>	<b>2990</b>	<b>11174528</b>
1 X 25 ml universal flat/skirt	4	25	158	4100	2970	11174527
3 X 20 ml	12	22	159	4100	2990	11174502
<b>3 X 15 ml conical</b>	<b>12</b>	<b>17.5</b>	<b>156</b>	<b>4100</b>	<b>2930</b>	<b>11174537</b>
7 X 15 ml Nalgene	28	17	156	4100	2930	11174183
3 x 15 ml urine	12	17	159	4100	2990	11210419
<b>3 x 15 ml vacutainer</b>	<b>12</b>	<b>17.5</b>	<b>159</b>	<b>4100</b>	<b>2990</b>	<b>11210523</b>
3 X 12 ml Greiner flat	12	17.5	159	4100	2990	11174509
<b>5 X 10 ml vacutainer</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>159</b>	<b>4100</b>	<b>2990</b>	<b>11174503</b>
5 X 5/10 ml flat	20	17	159	4100	2990	11174534
<b>7 X 5/7 ml vacutainer</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>159</b>	<b>4100</b>	<b>2990</b>	<b>11210604</b>
<b>9 X 5 ml vacutainer</b>	<b>36</b>	<b>13.5</b>	<b>159</b>	<b>4100</b>	<b>2990</b>	<b>11174505</b>
5 X 5 ml flat	20	17	159	4100	2990	11174533
12 X 3-5 ml	48	12	158	4100	2970	11174506
6 X 2 ml	24	11	158	4100	2970	11174508



**T41 High-Capacity Swing-Out Rotor (11210435)**  
280 ml standard bucket (11210436) with sealing lid (11175712) and variety of inserts to meet your specific application requirements



**S41 Swing-Out Rotor (11210246)**  
200 ml standard bucket (11175611) with sealing lid (11175612) and adapters for variety of applications



Indicates that the centrifuge accessory has been successfully tested for biological containment by C.A.M.R. (HPA) Porton Down, UK.



DJD Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 info@djlabcare.co.uk www.djlabcare.co.uk  
 01908 61598



### T20 Microplate Rotor

Description	Rotor Capacity	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>T20 Microplate Rotor</b>	<b>2x3 Microplates / 2x1 DeepWell</b>	<b>115</b>	<b>4100</b>	<b>2160</b>	<b>11175750</b>
Sealed plate carriers (set of 2)	2x3 Microplates / 2x1 DeepWell				11175631
Rubber cushion for microplates					11174207
Flask adapters (set of 2)	2x1 T-25 or T-75 Falcon® type flasks				11210762

Sealed plate carrier (11175631)



### AC15.4 Fixed Angle Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>AC15.4 Fixed Angle Rotor 37° Adapters (each)</b>	<b>30 x 15 ml</b>	<b>17.5</b>	<b>135</b>	<b>4100</b>	<b>2537</b>	<b>11175755</b>
1 x 10/15 ml	30		135	4100	2537	direct
1 X 13.5 ml	30		130	4100	2440	11203666
1 X 8/7 ml vacutainer	30		130	4100	2440	11172596
1 X 5 ml Hemogard	30		116	4100	2180	11172595
1 X 5 ml	30		116	4100	2180	11172402
1 X 3 ml	30		112	4100	2100	11172287
1 X 2/1.5 ml	30		105	4100	1970	11172288



### AC100.10A Fixed Angle Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>AC100.10A Fixed Angle Rotor 25° Adapters (set of 6)</b>	<b>6 x 100 ml</b>	<b>38</b>	<b>99</b>	<b>10000</b>	<b>11066</b>	<b>11210437</b>
1 X 50 ml round	6	29	93	10000	10397	11174713
1 X 50 ml conical	6	30	93	10000	10397	11174714
1 X 38 ml round	6	25.5	88	10000	9838	11174715
1 X 15 ml conical	6	17	93	10000	10397	11174716
2 X 10 ml round	12	16	83	10000	9279	11174717



### AC50.10 Fixed Angle Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>AC50.10 Fixed Angle Rotor 40° Adapters</b>	<b>6 x 50 ml con</b>	<b>29.5</b>	<b>112</b>	<b>10000</b>	<b>12520</b>	<b>11175754</b>
1 X 50 ml conical (each)	6	30	112	10000	12520	direct
1 X 50 ml round (set of 6)	6	28.5	112	10000	12520	11210577
1 X 30/38 ml (set of 8)	6	26	91	10000	10174	11174599
1 X 15 ml conical (set of 4)	6	17.5	105	10000	11738	11174606
1 X 10 ml (set of 4)	6	17	112	10000	12520	11177378



### AC2.14 Sealed Microtube Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>AC2.14 Sealed Rotor 45°</b>	<b>24 x 2 ml</b>	<b>11</b>	<b>84</b>	<b>14600</b>	<b>20016</b>	<b>11175741</b>
Spare lid for AC2.14 Rotor						11175642

Adapters: see adapters for FIBERLite High-Throughput Microtube Rotor



### FIBERLite® High-Throughput Microtube Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>FIBERLite Microtube Rotor 45° Adapters (set of 24)</b>	<b>48 x 2 ml</b>	<b>11</b>	<b>97</b>	<b>14600</b>	<b>23113</b>	<b>11210351</b>
1 x 2/1.5 ml	24 / 48	10				direct
1 x 0.5 / 0.8 ml	24 / 48	8				41174928
1 x 0.5 ml	24 / 48	6				41174938
1 x 0.2 ml PCR	24 / 48	6				11174631



### DC6.11 Drum Rotor

Description	Rotor Capacity	Max Tube ø (mm)	Radius (mm)	Max Speed (rpm)	Max RCF (xg)	Cat. No.
<b>DC6.11 Drum Rotor 90° Adapters (one rack)</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>72</b>	<b>14600</b>	<b>17158</b>	<b>11175743</b>
10 x 1.5-2 ml	60	11				11174561
20 x 0.5-0.8 ml Microtainer	120	8				11174573
20 x 0.7 ml Rhesus	120	6				11174574
21 x 0.6 ml Viatron	126	6				11174563
32 x 0.25-0.4 ml Beckman	192	6				11174562



DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 info@djblabcare.co.uk www.djblabcare.co.uk 01908 612598



1. Snap in your swing-out rotor and lock it in place.



2. Instantly unfasten and remove it.



3. Snap in your microplate rotor, and you're ready to spin again – in less than 5 seconds!

## Maximum Safety and Greater Convenience with AUTO-LOCK

Our patented AUTO-LOCK rotor locking system makes routine processing safer, faster and easier:

- **Worry-free spins** – AUTO-LOCK ensures that your rotor is properly locked in place with minimum effort

- **Fast protocol changes** – You can swap rotors in seconds, without having to remove or tighten lug nuts

- **Easy cleaning** – AUTO-LOCK makes routine cleaning straightforward



Adapters and accessories are available for all commonly used sample tubes and vessels. Bucket sealing lids provide certified protection against aerosols, bacteria and viruses.



### High Capacity, Advanced Technology

The Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series offers a high-throughput, 48 x 2 ml carbon fiber rotor. This advanced material is easier to manage and offers a safer alternative to conventional metallic rotors, which can crack with age. Capable of supporting higher capacities and higher G-forces, the 48-place carbon fiber rotor also provides a high level of chemical resistance against corrosive agents, making it a truly cost-effective investment for your lab.



With its generous sample capacity and wide selection of rotors, the Heraeus Megafuge 11 Centrifuge Series is perfect for routine processing applications in the clinical lab.

DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 info@djblabcare.co.uk www.djblabcare.co.uk  
 01908 612598



**Heraeus Megafuge 11  
Centrifuge Series  
Specifications**



Specifications	Megafuge 11	Megafuge 11R
<b>Max Capacity</b>		
Swing-out	4 x 280 ml	4 x 280 ml
Fixed Angle	6 x 100 ml	6 x 100 ml
<b>Max Density</b>	1.2	1.2
<b>Max Load</b>	1.34 kg	1.34 kg
<b>Max Speed</b>		
Swing-out	4100 rpm	4100 rpm
Fixed Angle	14600 rpm	14600 rpm
<b>Max RCF</b>		
Swing-out	3176 x g	3176 x g
Fixed Angle	23113 x g	23113 x g
<b>Control System</b>	Microprocessor	Microprocessor
<b>Programs</b>	4 + pre-cooling with direct recall	4 + pre-cooling with direct recall
<b>Speed Set/Display</b>		
Range	500 - 14600 rpm	500 - 14600 rpm
Step	10 rpm at less than 1000 rpm 100 rpm at above 1000 rpm	10 rpm at less than 1000 rpm 100 rpm at above 1000 rpm
Accuracy	±20 rpm (display)	±20 rpm (display)
<b>RCF Set/Display</b>		
Range	10 - 23100	10 - 23100
Step	10 x g at less than 1000 x g 100 x g at above 1000 x g	10 x g at less than 1000 x g 100 x g at above 1000 x g
Accuracy	±20 x g (display)	±20 x g (display)
<b>Radius Control Accuracy</b>	1 mm	1 mm
<b>Timer Set/Display</b>	30 sec - 99 min + continuous	30 sec - 99 min + continuous
<b>Temperature Set/Display</b>	N/A	-9°C to 40°C
<b>Acceleration Rates</b>	5	5
<b>Braking Rates</b>	5 + inertial	5 + inertial
<b>Drive System</b>	Direct	Direct
<b>Motor Type</b>	Brushless induction	Brushless induction
<b>Power (average / max)</b>	350 / 500W	550 / 800 W
<b>Sound level (6x50 ml at 10000 rpm)</b>	61 dBA	54 dBA
<b>Sound level (4x280 ml at 4100 rpm)</b>	62 dBA	59 dBA
<b>Standards</b>	IEC 1010-1, IEC 1010-2-020, CE marked	IEC 1010-1, IEC 1010-2-020, CE marked

Ordering Information	Megafuge 11	Megafuge 11R
<b>Catalog Numbers</b>		
230V - 50/60 Hz	75004410	75004412
120 V - 60 Hz	75004411	75004413
<b>Product Dimensions</b>		
Height / lid closed) [cm / in]	37 / 14.6	37 / 14.6
Width [cm / in]	40 / 15.7	57 / 22.4
Depth [cm / in]	50 / 19.7	60 / 23.6
Weight [kg / lb]	40 / 88.1	72 / 158.7
<b>Packing Dimensions</b>		
Height [cm / in]	60 / 23.6	61 / 24.0
Width [cm / in]	61 / 24.0	76 / 29.9
Depth [cm / in]	54 / 21.2	74 / 29.1
Weight [kg / lb]	52 / 114.6	85 / 187.3

**Unrivalled Quality and Reliability**

Thermo Scientific Heraeus centrifuges are renowned for their superior quality and outstanding reliability. From compact tabletop instruments to high-capacity floor models, Heraeus centrifuges provide years of safe, user-friendly operation, and deliver consistent, high-throughput separations.

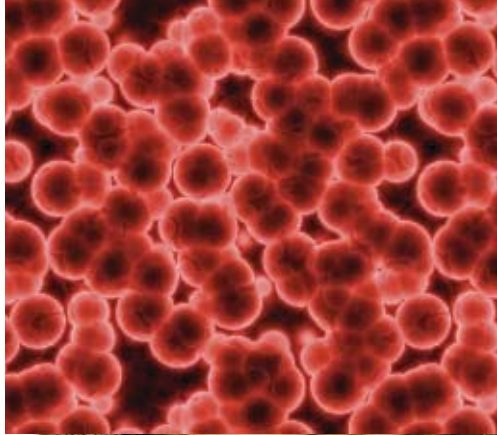
**Worldwide Service and Support**

We are committed to keeping your lab equipment working at peak performance levels. Our goal is to help you lower ownership costs, manage labs more effectively, and increase productivity. Contact your local account representative to learn more about our service offerings,

including service agreements, preventive maintenance, on-site field repair, depot repair, compliance services and educational services.

© 2007 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific Inc. and its subsidiaries. Specifications, terms and pricing are subject to change. Not all products are available in all countries. Please consult your local sales representative for details.

DJBLabcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
[www.djblabcare.co.uk](http://www.djblabcare.co.uk) 01908 612598



## Thermo Scientific Heraeus Cryofuge® Centrifuges

Large volume refrigerated centrifuges for practical work in blood banks and biotechnology.



IV

**Thermo**  
SCIENTIFIC



# Thermo Scientific Heraeus Cryofuge Refrigerated Centrifuges

Our Heraeus Cryofuge centrifuges are attractively designed, large volume, floor standing, refrigerated models offering optimised technology for lowspeed applications. They are ideal for use in blood banks, biotechnology and the pharmaceutical industry, where large volumes require high speeds and constant temperatures.

The use of sophisticated microelectronics systems and high strength materials for rotors and accessories guarantees outstanding reproducibility and highly-accurate centrifugation.

The Heraeus Cryofuge 6000i offers a top speed of 4240 rpm (6010 x g) while the Heraeus Cryofuge 8500i offers a top speed of 5050 rpm (8525 x g).

## Safety

When designing our Heraeus Cryofuge centrifuges, all international safety standards were kept in mind to guarantee the highest level of safety. Diagnostic and fault messages are clearly visible. Pre-selection of buckets protects against overspeeding. The lid lock system and steel armoured rotor chamber further ensure safe operation. A key operated switch safeguards against unauthorised use.

## Highest Versatility

Swinging-bucket rotors for the Heraeus Cryofuge series centrifuges support a diverse array of sample processing applications without the need to modify existing protocols.



Our Heraeus Cryofuge centrifuges work with the Thermogenesis APX system to automatically separate cord blood into a freezing bag (for the mononuclear cell product), an erythrocyte bag and an excess plasma bag.

### Convenient Operation

The SEPACONTROL® operating panel is systematically arranged, clearly displaying all functional areas and allowing easy access to operating parameters. Visual diagnostic indicators and acoustic signals supplement the information supplied by the microcomputer. This makes the centrifuge easy to use right from the start. The "delay" function permits users to delay system start-up.

### Panel

Five visual displays facilitate the identification of problems during centrifugation. When the lid is opened, the rotor is unevenly balanced. In the event of a system error, programming error, or if the temperature limit has been exceeded, an LED signals a warning.

### Memory Control

33 memory locations are available to save run parameters for future use. New programs generated using the function panel can be immediately added to the library.

### Status

The status field is systematically arranged into the following areas: start-up and braking curves, speed and rotor data, time and temperature. LEDs prevent the user from confusing the values on the display.

### Software for Sample Tracking

Heranet® software allows users to document centrifugation in blood banks. The software saves actual and set values and processes information which is entered at the centrifuge, using a barcode reader.



### Easy Opening and Closing

The robust, automated lid-lock mechanism protects operators and makes lid openings and closures effortless.

### Easy Set-Up, Programming and Monitoring

An intuitive operator keypad allows you to recall protocols at the touch of a button. Only five keys are required for completely programming all parameters.

### Easy User Access

Front panel controls allow users to start, stop and open the lid of the centrifuge.

### Whisper-Quiet Operation

A noise level under 58 dBA provides the lab with a more comfortable working environment.

### Energy-Efficient Performance

Energy-saving design increases refrigeration efficiency and minimizes heat output, ensuring a more comfortable working environment.





## Double Bucket for Blood Packs

Ordering Information				
Model	Heraeus Cryofuge 6000i	Heraeus Cryofuge 8500i	Technical data	
<b>Cat. No.</b>	<b>75007617</b>	<b>75007617</b>		
Max. speed (rpm)	4,000	4,000	Operation with blood packs	double-quint
Max. RCF (x g)	5,312	5,312	No. of pack systems/bucket	2
Max. capacity	2 x 950 ml	2 x 950 ml	Polyamide plastic inserts:	
Max. perm. mass (g)	3,500	3,500	Order no. M <sup>3)</sup>	76007667
Min. temp. at max. RCF*	-5 °C	-5 °C	Opening M (mm)	110 x 57
Max. acceleration time (s)	140	140	Order no. L <sup>1)</sup>	76007647
Min. braking time (s)	180	180	Opening L (mm)	110 x 70
Radius (cm)	29.7	29.7	Order no. XL <sup>3)</sup>	76007657
			Opening XL (mm)	110 x 76
			Order no. XXL <sup>4)</sup>	76007677
			Opening XXL (mm)	110 x 88

\* At ambient temp. of 25 °C

M, L and XL plastic inserts come complete with balancing weights 75007645. One set of balancing weights includes 4 weights of 6 and 15 g each. Balancing plates 75005759 can be used to compensate big weight differences. One set includes 2 plates at 35 and 65 g each.

The balancing insert 75007668 consists of an XL plastic insert, 2 balancing weights and 30 balancing plates, enabling compensation of up to a full bucket load.

<sup>1)</sup> Suitable for triple and quad systems. <sup>2)</sup> Suitable for double systems. <sup>3)</sup> Suitable for quad systems, systems with soft filters.

<sup>4)</sup> Suitable for quad and quintuple systems, systems with filters..

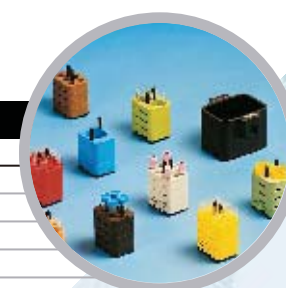
Ordering Information	
Additional Accessories for Blood Pack Operation	
75006681	12 rubber volume compensation plates
75005759	4 rubber balancing plates
75015638	Hook adapter for Cord Blood Separations (max RCF 1,328xg)

## Double Rectangular Bucket

Ordering Information		
Model	Heraeus Cryofuge 6000i	Heraeus Cryofuge 8500i
<b>Cat. No.</b>	<b>76008078</b>	<b>76008078</b>
Max. speed (rpm)	4240/3006	5050/3006
Max. RCF (x g)	4984/2506	7070/2506
Max. capacity	24 x 15 ml/3 racks <sup>1)</sup>	24 x 15 ml/3 racks <sup>1)</sup>
Max. perm. mass (g)	2500/1800	2500/1800
Min. temp. at max. RCF*	-4 °C	+6 °C
Max. acceleration time (s)	150	190
Min. braking time (s)	190	220
Radius (cm)	24.8	24.8

\* At ambient temp. of 25 °C

1) Boehringer Mannheim or Hitachi®-sample racks



## Accessories for Standard Tubes in Rectangular Bucket

Ordering Information														
Nominal volume of tube (ml)	1.5	7	7	15	15	15	25	25	50	50	50	50	100	150
No. of tubes per adaptor	40	20	12	12	11	6 <sup>1)</sup>	5	4	2	2	6	2	1	1
No. of tubes per rotor	480	240	144	144	132	72	60	48	24	24	36	24	12	12
Type of tube	ML	DIN	B. Coll.	DIN	B. Coll.	Con.	DIN	Univ.	DIN	Con.	Con.	Univ.	DIN	DIN
Max. length of tube (mm)	45	110	110	111	109	121	100	120	130	120	117	120	120	120
Max. tube ø (mm)	11	13	14	17	17	17	25	25.5	35	29.5	29	29.5	45	55
Max. cap ø (mm)	–	14	18	18	19.5	23	25.9	31	36	37.5	35	37.5	48	–
Colour of adaptor	black	yellow	grey	red	white	brown	orange	green	green	gr./yel.	nat.	gr./yel.	blue	black
Adaptor order no. (7500xxxx)	5335	5321	5330	5322	5327	5387	5323	5391	5324	5386	2261	5389	5325	5326

1) Make sure that the bucket swings out correctly when all places are used.

Type of tube: ML = microlitre tube; B. Coll. = blood collection tube; Con = disposable conical tube; Oil test = oil test tube, pear shaped;

Univ. = universal container (with vertical edge, disposable conical type). Standard tube: a) 1.5 ml microlitre tubes, b) borosilicate glass, c) 12 ml Nunc.®-screw cap tube, d) oil test tube, pear shaped,

e) 50 ml disposable conical screw cap tube. Adaptors can be used with tubes with the following shape bottom: F = flat, R = round, C = conical, S = special

## Round Bucket



### Ordering Information

Model	Heraeus Cryofuge 6000i	Heraeus Cryofuge 8500i
Cat. No.	75008165	75008165
Max. speed (rpm)	4,240	5,050
Max. RCF (x g)	6,010	8,525
Max. capacity	1 x 1000 ml	1 x 1000 ml
Max. perm. mass (g)	3,200	3,200
Min. temp. at max. RCF*	-4 °C	+8 °C
Max. acceleration time (s)	150	190
Min. braking time (s)	190	220
Radius (cm)	29.9	29.9

\*At ambient temp. of 25 °C  
Aerosol tight cap (order no. 75008081) available on request.

## Accessories for Large Volume Tubes in Round Bucket



### Ordering Information

Nominal volume of tube (ml)	250	250 <sup>2)</sup>	250	500	650	750	1000	1000	Bp
No. of tubes per adaptor	1	1	1	1	1	–	1	–	1
No. of tubes per rotor	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Type of tube	DIN	Div./H.	Corni.	H	DIN	H	H	HST	Sing.-trip.
Max. length of tube (mm)	190	190	190	190	195 <sup>3)</sup>	148	190	175	–
Max. tube ø (mm)	59	62.5	61.5	70	84	100	100	99.5	–
Max. cap ø (mm)	–	–	–	–	–	87	87	–	–
Colour of adaptor	nat.	nat.	nat.	nat.	nat.	–	–	–	nat.
Adaptor order no. (7500xxxx)	6649 <sup>4)</sup>	8144	8147	8145	6637 <sup>5)</sup>	–	–	–	6639

Nominal volume of tube: Bp. = blood pack, Type of tube: Div. = diverse, Corni. = Corning® bottle, H = Heraeus tube, HST = Heraeus stainless steel tube  
Standard tube: b) borosilicate glass. 2) Additional pad for conical tubes required from manufacturer, 3) Only use without cap 75008081, 4) Pad 75001808 required, 6) Pad 75001913 required, 7) max. speed – 2,600 rpm Adaptors can be used with tubes with the following shape bottom: F = flat, R = round, C = conical, S = special

## Accessories for Standard Tubes in Round Bucket

### Ordering Information

Nominal volume of tube (ml)	1.5/2	7	7	15	15	15	25	50	50	100
No. of tubes per adaptor	48	35	27	19	17	12	7	4	7	2
No. of tubes per rotor	288	210	114	114	102	72	42	24	42	12
Type of tube	ML	DIN	B. Coll.	DIN	B. Coll.	Con.	DIN	DIN	Con.	DIN
Max. length of tube (mm)	42	177	162	177	177	177	177	177	177	177
Max. tube ø (mm)	11	13	14	17	17	17	25	35	29.5	45
Max. cap ø (mm)	–	14	18.5	18.5	20	23.7	31	39	39	47.5
Colour of adaptor	black	yellow	black	red	white	brown	orange	green	black	blue
Adaptor order no.	75008132	75008133	11210822	75008135	75008136	75008137	75008138	75008140	11210826	75008142

Type of tube: ML = microlitre tube; B. Coll. = blood collection tube, Con = disposable conical tube  
Standard tube: a) microlitre tubes, b) borosilicate glass, c) 15 ml disposable conical screw cap tube, e) 50 ml disposable conical screw cap tube.  
Adaptors can be used with tubes with the following shape bottom: F = flat, R = round, C = conical.



## Thermo Scientific Cryofuge Refrigerated Centrifuges

Specifications		
Model	Heraeus Cryofuge 6000i	Heraeus Cryofuge 8500i
Description	Large volume refrigerated floor standing centrifuge	Large volume refrigerated floor standing centrifuge
Max. speed	4240 rpm	5050 rpm
Max. RCF	6010 x g	8525 x g
Max. capacity	6 x 1000 ml bottles or 12 blood bags 550 ml each	6 x 1000 ml bottles or 12 blood bags 550 ml each
Control and drive	High performance induction drive, SEPACONTROL with microprocessor	High performance induction drive, SEPACONTROL with microprocessor
Acceleration and braking profiles	9/10 profiles	9/10 profiles
Runtime	1 min – 99 hrs, continuous operation	1 min – 99 hrs, continuous operation
Program memory	33 user centrifugation programs, one of which with freely combinable braking and acceleration curves, key operated switch for protection against unauthorised access, data last used saved, in the case of a power interruption data saved for unlimited period of time.	
Temperature control range	-20 °C to +40 °C	-20 °C to +40 °C
Safety features	Lid lock and interlock, imbalance cut-out, steel armoured chamber	
Design	Sturdy, torsion resistant steel design with stainless steel rotor chamber	
Dimensions (h x w x d)	1178 x 800 x 905 mm	1178 x 800 x 905 mm
Weight (excl. rotor)	445 kg	445 kg
Power consumption	4.2 kW	5.4 kW
Refrigeration unit	1.9 kW	1.9 kW
Recommended fuse	25A	25A
Designed and tested in acc. with	European directive 2006/95/EC for Low voltage equipment: DIN EN 601010-1 2nd edition; IEC 61010-2-20 2nd Edition; IEC 60529 protection version IP20 European directive 2004/108/EC for Electromagnetic compatibility: DIN EN 61326 CLASS A (for EMC)	
Rotor – Wind-shielded rotor with lid	75006606 included in basic package	75006606 included in basic package

Ordering Information		
Electrical Configuration	Heraeus Cryofuge 6000i	Heraeus Cryofuge 8500i
220 V, 50 Hz, Single Phase	75007520	75007550
230 V, 50 Hz, Single Phase	75007526	
400 V, 50 Hz, 3 phase	75007521	
220 V, 60 Hz, Single Phase	75007528	
<b>GMP model*</b>		
400 V, 50 Hz, 3 phase with built-in refrigeration unit	75007562	75007561
400 V, 50 Hz, 3 phase for external refrigeration unit	75007566	

\* external refrigeration unit required when operating a GMP unit (part number 75015709)

### Protecting Your Investment

Centrifuge rotor maintenance is critical to the safety of your lab. We offer rotor safety seminars and rotor inspection clinics to ensure the longevity of your investment, and the safety of your workplace. If you would like to learn more about hosting a clinic at your facility or taking part in one at one of our facilities, please contact your local representative for further information.



© 2008 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. Hitachi is a registered trade mark of Hitachi Koki Co., Ltd. Corning is a registered trademark of Corning, Inc. All other trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific Inc. and its subsidiaries. Specifications, terms and pricing are subject to change. Not all products are available in all countries. Please consult your local sales representative for details.

# COOL SPRINTER



**MIKRO 200/200R**  
Microlitre Centrifuges  
classic/cooled

The MIKRO 200 and 200 R rank among the fastest centrifuges in their class – with a maximum speed of 14,000 RPM and an RCF of 18,626. Not only are they fast, the MIKRO 200 R also refrigerates quickly: to +4°C with the Fast Cool function in 10 to 15 minutes.

Even thermosensitive samples can be gently centrifuged thanks to highly reliable refrigeration. Best separation results are guaranteed with the smooth-running, high-performance motor featuring a maintenance-free frequency drive. With the autoclavable and aerosol-tight accessories, even infectious materials can be processed safely for both the user and the environment.



MIKRO 200R control panel



MIKRO 200R cooled

## USER-FRIENDLINESS

- Automatic lid locking
- Quick-entry foil keypad
  - Easy-to-read, digital display
  - Display of current parameter values
  - Select key for parameter selection
  - Impulse key for short centrifuging
  - Open lid key
  - RCF key
- Twist knob to enter values
  - RPM in increments of 10
  - Running time in minutes, max. 99 min
  - Temperature in increments of 1°C (MIKRO 200 R)
- 4 programmable memories

## REFRIGERATION (MIKRO 200 R)

- Infinitely variable setting from -10 °C to +40 °C
- Fast Cool function
- Stand-by mode maintains the set temperature
- Automatic refrigeration switch-off when the lid is opened

## SAFETY

- Lid dropping protection
- Lid locking and holding
- Emergency lid lock release
- Motor overheating protection
- Chamber overheating protection
- Imbalance switch-off
- Standstill indication
  - with the refrigerated model MIKRO 200 R the LED in the Open key lights up
  - with the MIKRO 200 the lid opens automatically after the rotor has come to a standstill

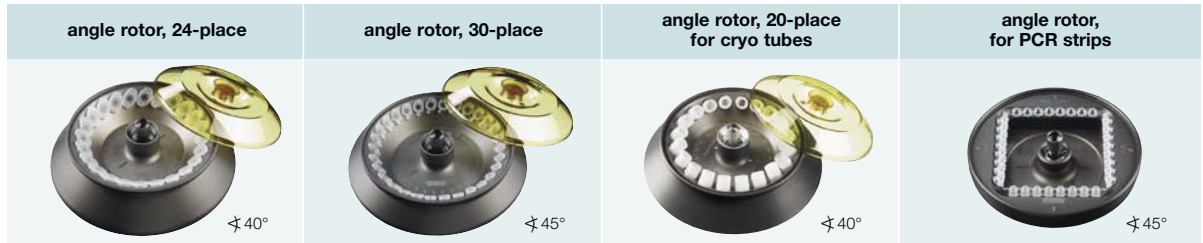


MIKRO 200 classic

## ROTORS AND ACCESSORIES

### all rotors:

- max. RPM: 14,000 min<sup>-1</sup>
- autoclavable



max. RCF	18,626	17,749	18,407	12,490
radius in mm	85	81	84	57
run-up in s (at level 9)	13	10	13	9
braked run-down in s (at level 9)	15	13	15	13
lowest attainable temperature in MIKRO 200R at max. speed in °C	+4	+4	+4	+4
boring Ø x L in mm	5.6 x 21.3	8.1 x 28	6.5 x 15.5	12.5 x 35.2
<b>Cat. No.</b>	<b>2424</b>	<b>2430</b>	<b>2426</b>	<b>2418</b>

tubes per rotor	24						30	20	32	4 x 8
capacity ml	0.2	0.4	0.5	0.8	1.5	2.0	0.5	1.8	0.2	0.2
<b>microlitre tubes</b>										
dimensions Ø x L in mm	6 x 18	6 x 45	8 x 30	8 x 45	11 x 38	11 x 38	8 x 30	-	6 x 18	-
<b>Cat. No.</b>	-	-	-	-	<b>2078</b>	<b>0536</b>	-	-	-	-

<b>adapters</b>			
boring Ø x L in mm	6 x 40	8 x 40	10.2 x 19
<b>Cat. No.</b>	<b>2024</b>	<b>2023</b>	<b>2031<sup>1)</sup></b>

lid	inclusive	inclusive	inclusive	optional
<b>Cat. No.</b>	-	-	-	<b>E2040</b>
lid, autoclavable, with bio-containment <sup>2)</sup>	optional	optional	optional	-
<b>Cat. No.</b>	<b>2425</b>	<b>2425</b>	<b>2425</b>	-
lid, autoclavable, phenol-resistant, with bio-containment <sup>2)</sup>	optional	optional	optional	-
<b>Cat. No.</b>	<b>2423</b>	<b>2423</b>	<b>2423</b>	-

<sup>1)</sup> form-fitting adapter, phenol-resistant, recommended for centrifugation at high speed  
<sup>2)</sup> tested by the TÜV in conformity with DIN EN 61010, part 2-020



lid E2040



lid 2425 with bio-containment <sup>2)</sup>, autoclavable



lid 2423 with bio-containment <sup>2)</sup>, autoclavable, phenol-resistant



# MIKRO 200/200 R

## TECHNOLOGY

	MIKRO 200		MIKRO 200 R	
Microlitre centrifuge, without rotor	classic		cooled	
Power supply *	200 – 240 V 1~	100 – 127 V 1~	200 – 240 V 1~	100 – 127 V 1~
Frequency	50 – 60 Hz	50 – 60 Hz	50 Hz	50 – 60 Hz
Consumption	230 VA	200 VA	400 VA	600 VA
Emission	EN 55011 group 1, class B EN 61000-3-2, EN 61000-3-3	FCC class B	EN 55011 group 1, class B EN 61000-3-2, EN 61000-3-3	FCC class B
Immunity	EN 61000-6-2	-	EN 61000-6-2	-
Max. capacity	24 x 1.5/2.0 ml			
Max. RPM (speed)	14,000 min <sup>-1</sup>			
Max. RCF	18,626			
Running time	1 – 99 min., ∞ continuous run, impulse key (short cycle mode)			
Dimensions (H x W x D) in mm	260 x 275 x 344		260 x 281 x 547	
Weight	11.5 kg		28 kg	
<b>Refrigeration</b>				
Temperature control, infinitely variable	-		from -10 to +40 °C	
Precooling time (Fast Cool)	-		in 10 – 15 min. to +4 °C	
<b>Cat. No.</b>	<b>2400</b>	<b>2400-01</b>	<b>2405</b>	<b>2405-01</b>

\* other voltages on request

2400.0705 © by Hettich Tuttlingen · Printed in Germany · Design, form and colour modifications reserved.



DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
info@djblabcare.co.uk www.djblabcare.co.uk  
01908 612598

Top  
Centrifuge

# EBA 20

Practical and handy, the EBA 20 is the ideal centrifuge for small sample volume.

Complete with an 8-place angle rotor.

Microprocessor-controlled.

Max. speed: 6,000 min<sup>-1</sup>

Max. RCF: 3,421

Variable – it accommodates various tubes as well as glass tubes without adapters.



8 x 15 ml standard tubes  
(17 x 100 mm)



8 x 8-9 ml Greiner Vacuettes or  
8 x 8-10 ml Vacutainers (16 x 100 mm)



4 x 15 ml Falcon tubes  
(17 x 120 mm)



4 x 8 ml Vacutainers  
(16 x 125 mm)



8 x 9-10 ml Sarstedt  
Monovettes (16 x 92 mm)



Ergonomically arranged controls and displays.

Entry of the parameters via foil keypad.

**Speed RPM:** Input in increments of 100.

**Time:** Input in minutes, max. 99 min.

**Impulse key:** For short centrifuging operations.

Display of the actual values during centrifugation.

“Open lid“ key

Adapters for a variety of additional blood collection tubes on request.

## Safety

Lid locking

Lid holding

Emergency lid lock release

Motor overheating protection

Transparent lid

Conformity with safety regulations like IEC 1010-2-2, the relevant EC standards, and the DIN norms.

## Technical Details

Power supply*:	208 -240 V 1~
Frequency:	50-60 Hz
Consumption:	65 VA
Radio interference:	EN 55011 ISM class B
Immunity:	as per EN 50082 - 1
Radius/max. speed/max. RCF:	85 mm / 6,000 min <sup>-1</sup> / 3,421
Running time:	1-99 min., cont. run, short cycle mode
Dimensions in mm (HxWxD):	216 x 231 x 292
Weight:	approx. 4 kg

\* other voltages on request

## Ordering Information

### EBA 20

Benchtop centrifuge with rotor  
Cat.-No. 2002

### Design:

Housing and lid are made of scratch and impact resistant plastic. Anode coating with built-in corrosion protection reinforcement polyamide.

**Hettich**  
ZENTRIFUGEN

Andreas Hettich GmbH & Co. KG  
Gartenstr. 100 · D-78532 Tuttlingen / Germany  
Phone +49 (0) 7461 705-0 Fax +49 (0) 7461 705-122

International Sales +49 (0) 7461 705-201  
International Service +49 (0) 7461 705-203

www.hettichlab.com info@hettichlab.com service@hettichlab.com

2002.0404 © by Hettich Tuttingen, Germany · Design, form and colour modifications reserved

VI

DJB Labcare - The UK's Leading Centrifuge Specialist  
 www.djblabcare.co.uk 01908 612598  
 info@djblabcare.co.uk

**INCUBADORA CERRADA, DOBLE PARED**  
**MARCA: HILLMED**  
**MODELO: HM-NEO-36**  
**PROCEDENCIA: USA**



**CARACTERISTICAS:**

- Temperatura de aire o temperatura de piel servocontrolada por un micro.computador.
- Cubierta de doble pared para prevenir la pérdida de calor dentro de la cubierta y disminuir el efecto del calor exterior al incubador
- La cortina de aire automática le ayudará de la pérdida del calor cuando el panel frontal esté abierto.
- La inclinación de la cuna puede ser ajustada
- Panel switch con pantalla digital LED y configuración de temperatura, temperatura real, y pantalla temperatura aux en tres ventanas separadas.
- Configuración de temperatura  $> 37^{\circ} C$
- Multi auto chequeo de alarmas con audible y visual
- Frecuencia del poder de calentamiento indica: 0 ~ 100%
- Salida RS232

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

- Requerimientos de suministro de energía: AC 110V/ 220V/ 50/60 Hz.
- Requerimientos de poder: 600VA
- Rango de control de temperatura de aire: 25° C ~ 37° C (Temperatura por encima de modo a 39° C)
- Rango de control de temperatura de la piel: 34° C ~ 37° C (Temperatura por encima de modo a 38° C)
- Precisión del sensor de temperatura de piel:  $\leq 0,3^{\circ}$  C
- Fluctuación de la temperatura:  $\leq 0.5^{\circ}$  C
- Uniformidad de temperatura:  $\leq 0.8^{\circ}$  C
- Tiempo de elevación de temperatura:  $\leq 30$ min
- Nivel de ruido dentro del ambiente de la cubierta:  $\leq 55$ dB (A)
- Inclinación del colchón trendelenburg / trendelenburg reversa: 0° ~ 5°
- Nueve sistemas de identificaciones de alarmas: Alarmas con audible y visible, indican la temperatura real y la potencia final del calentador

### **ACCESORIOS INCLUIDOS**

- Controlador de temperatura
- Sensor de temperatura de aire
- Sensor de temperatura de piel
- Filtro de aire
- Soporte de suero
- 2 Bandejas giratorias
- Gabinete con cajoneras y ruedas para transporte

## Air-Shields® Isolette® C450 QT

### Incubadora Infantil

#### Aplicación

La incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C450 QT se ha desarrollado para satisfacer los exclusivos requisitos de los bebés.

Las incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C450 QT proporcionan los entornos controlados térmicamente que necesita cualquier recién nacido. Esta incubadora incorpora los modos de funcionamiento de bebé y de aire.

Además, la agregación de características como la de Quite Touch QT™ (Toque Silencioso) a estas incubadoras infantiles Isolette® ayuda a reducir la estimulación adversa que ha demostrado afectar al bienestar de estos recién nacidos.



## Características

### Controlador basado en microprocesador

Nuestro controlador basado en microprocesador incorpora pantallas grandes y nítidas fáciles de ver para poder visualizar desde lejos o desde un ángulo. Este controlador tiene un funcionamiento sencillo y es extraíble para limpieza y mantenimiento. Un bloqueo de teclado ayuda a impedir los cambios involuntarios en los ajustes del usuario. Todos los botones de control proporcionan información táctil con confirmación visual de los cambios mientras que el suave diseño del panel frontal resulta fácil de limpiar.

### Cubierta de pared doble

La cubierta de pared doble Air-Shields® está diseñada para reducir la transferencia de calor radiante entre el bebé y las paredes de la incubadora. La pared interna se puede retirar fácilmente para limpiarla sin necesidad de utilizar herramientas.

### Cortina de aire

La incubadora Air-Shields® Isolette® C450 incorpora una cortina de aire patentada. La cortina de aire crea una barrera de aire caliente cuando se abre el panel de acceso. Esta característica exclusiva permite un acceso completo y al mismo tiempo ayuda a reducir al mínimo la caída de la temperatura dentro de la cubierta de la incubadora.

### Características estándar

- Los dispositivos de bloqueo de la puerta de acceso Quiet Touch QT™ (Toque Silencioso) reducen los ruidos innecesarios
- Cortina de aire patentada para reducir las fluctuaciones de temperatura durante el acceso
- Inclinaciones del colchón con funcionamiento suave y continuamente variables
- Cubierta grande para mejorar el acceso
- Controlador extraíble basado en microprocesador con bloqueo de teclado
- Accesos de tipo iris para soporte de los tubos de ventilación
- Sonda auxiliar de aire para realizar una medición exacta de la temperatura del aire directamente encima del bebé

España:  
**Dräger Medical Hispania S.A.**  
c/ Xaudaró n° 5  
28034 Madrid  
ESPAÑA  
Tel: +34-91-728 34 00  
Fax: +34-91-358 36 19  
E-mail: draegermedical@draeger.es  
www.draeger.es

Chile:  
**Dräger Medical Chile Ltda.**  
Alonso de Córdova 5151, Piso 19  
Las Condes  
Santiago  
CHILE  
Tel: +562 482 1010  
Fax: +562 482 1001  
E-mail: info@draegermedical.cl

## Especificaciones técnicas

### Características físicas

Altura*	55 " (140 cm)
Ancho*	38 " (97 cm)
Profundidad*	20 " (51 cm)
Peso	168 lbs. (76 kgs.)
*Nota: Las ruedas pueden añadir 3 in (máx. 6 cm) cada una al ancho o al fondo. La unidad se puede desconectar del soporte	
El colchón ajustable se inclina	±9° ±1°
Ruedas	5 " (13 cm) de diámetro, de tipo antiestático

### Colchón

Ancho	25 " (63 cm)
Fondo	13.7 " (35 cm)

### Características físicas con la opción de riel de protección

Ancho	45.25 " (115 cm)
Fondo	22 " (56 cm)
Peso del riel de protección	13.5 lbs. (6 kgs.)

## Sensor de temperatura

Modo estándar de aire	Sonda para temperatura del aire interna fija, y sonda de aire auxiliar
Control del modo de bebé (cutáneo)	Mediante sondas cutáneas reutilizables o desechables

### Requisitos de alimentación eléctrica

Rango de voltaje	100-240 VCA ± 10%
Frecuencia	50/60 Hz
Consumo de energía	500 W máx.

### Características de rendimiento

La cortina de aire incluida como norma

### Control del bebé (servo, cutáneo)\*

Rango	de 34 a 37,9°C
Precisión	±0,3°C

### Control del aire

Rango	De 20 a 38,5°C
Precisión	±0,3°C

### Concentración de oxígeno

Rango	de 21% a 65%
-------	--------------

### Humedad

Depósito interno de hasta 70% de HR  
Dew-ette® 2 con opción de humedad servorregulada

### Pantallas y controles

Bloqueo de teclas automático	de 15 segundos a 35°C
Modo de aire preasignado	a 35°C
Modo de bebé preasignado (sólo para C450 QT)	>37°C
retiene la última anulación de ajustes	
Silencio de alarmas	de 15 min
Silencio de fallo de la red eléctrica	de 2 min
Indicador de energía del calentador	de 0% a 100% en incrementos del 20% Mediante indicador ámbar de barra digital

### Alarmas

Alarmas remotas opcionales	
Temperatura establecida del bebé (sólo para C450 QT)	±1,0°C ±0,3°C
Temperatura alta establecida del aire	±1,5°C ±0,3°C
Temperatura baja establecida del aire	-3,0°C ±0,5°C
Temperatura alta del aire	39,5°C±0,2°C
Temperatura establecida < 37°C	37,5°C
Temperatura establecida < 37°C	39,5°C

### Alarmas de sonda activadas por:

Fallo de la sonda del bebé (cutánea)	
Fallo de la sonda de termistor del aire	
Fallo de la sonda de aire auxiliar	

### Alarmas del sistema

Fallo del flujo de aire	
Fallo de alimentación	
Fallo del sistema	

México:  
**Dräger Medical México, S.A. de C.V.**  
German Centre  
Av. Santa Fe, 170 Int. 7-2-2  
Col. Lomas de Santa Fe  
01210 México D.F.  
MÉXICO  
Tel: +52-55-50 20 52 00  
Fax: +52-55-50 20 52 11  
e-mail: info@draegermedical.com.mx  
www.draeger-medical.com.mx

América Latina:  
**Dräger Medical AG & Co. KG**  
Moislinger Allee 53-55  
23542 Lübeck  
ALEMANIA  
Tel: +49-1805-3 72 34 37  
+49-451-882-808  
Fax: +49-451-882-2696  
E-mail: Business.Support@draeger.com  
www.draeger-medical.com

Fabricante:  
Dräger Medical Infant Care, Inc.  
Hatboro, PA 19040, USA

El sistema de gestión de calidad de Dräger Medical Infant Care, Inc. está certificado según el anexo II de la directriz 93/42/EEC (Productos médicos) y según ISO 13485.



VIII

# AIR-SHIELDS® C400 QT™/C450 QT™ INCUBATORS

- Quiet Touch port door latches reduce unnecessary stimulation
- Oval shaped port doors for increased access
- Removable microprocessor controller with keypad lock and membrane touch pad.
- Iris ports for ventilation tubing support
- Auxiliary air probe for accurate air temperature



Typical Manufacturer's Picture

## Specifications

### Alarms

Airflow: activated by fan failure or a short circuit Air Flow probe. Probe: activated by a defective Air, Baby High Temperature or Auxiliary probe or if the Baby\* Temperature probe is disconnected from the unit when operating in Baby\* mode. Also activated by an open-circuited Air Flow probe when the temperature sensed below deck is greater than 30°C to 31°C. High temperature: activates if incubator temperature exceeds 39.5°C ± 0.5°. Set temperature: activates if Baby\* or Air Temperature fluctuates from set temperatures as follows: in Baby\* Mode Temperature: +1.0 ± 0.3 °C, -1.0 ± 0.3°C; in air More - Air Temperature: +1.5 ± 0.5°C, -2.5 ± 0.5°C. Power fail: activates if primary power to the incubator fails or the power cord is accidentally disconnected from the wall receptacle. System fail: internal malfunction, refer unit to service.

### Silence/Reset

Silence: silences the Set Temp audible alarm for 15 minutes; alarm silence is automatically overridden if a subsequent alarm occurs within the period of silence. Silences Power Fail audible alarm for 2 minutes. Reset: cancels High Temperature, Air Flow or Probe alarms if alarm condition no longer exists.

### Temperature Control Ranges

Air mode control: 20.0 to 37°C, 37 to 38.5°C temperature override mode. Baby\* mode control: 34 to 37°C, 37 to 37.9°C temperature override mode. Temperature rise time <50 minutes. Temperature variation: 1.5°C. Temperature overshoot: 0.5°C maximum. Temperature uniformity: 1.0°C. Oxygen concentration range: ambient to >70%. Humidity: typically between 50 and 60% with water in humidity reservoir.

### Nominal Dimensions

Height from floor: 140 cm or 55". Depth: 56 cm or 22" including guardrail. Width: 116 cm or 45.5" including guardrail. Nominal weight: 76 kg or 168 lbs including guardrail and without accessories. Mattress tilt: trendelenburg/reverse trendelenburg: 0° ± 9°

### Power Requirements

120V ± 10%, 50/60Hz, 500 W maximum

\*Model C450 QT only

Soma Technology, Inc. acknowledges all registered trademarks of manufacturers' listed. The technical data given in this publication are for general information and are subject to change without notice.



166 HighlandPark Drive, Bloomfield, CT 06002 U.S.A.  
Tel: (860) 218-2575 Fax: (860) 218-2565 Email: [soma@somatechnology.com](mailto:soma@somatechnology.com)



# Soma Technology, Inc.



166 HighlandPark Drive, Bloomfield, CT 06002 U.S.A.  
Tel: (860) 218-2575 Fax: (860) 218-2565 Email: [soma@somatechnology.com](mailto:soma@somatechnology.com)

# Air-Shields® Isolette® C2000



La Importancia de la Confianza

**Air-Shields**  
A Dräger Medical Brand



# rendimiento térmico





El cuidado de los pacientes más jóvenes requiere la mejor y más innovadora tecnología. No obstante, según nuestro punto de vista, los cuidados intensivos de los recién nacidos requieren también algo más, un énfasis en una UCI neonatal como un entorno completo en el que los bebés puedan recibir los tratamientos que necesiten en instalaciones diseñadas para aportar flexibilidad y eficacia.

Nuestra solución CareArea™ incluye las tecnologías más avanzadas de ventilación, monitorización y termoregulación disponibles para proporcionar a los recién nacidos el más alto nivel de cuidados. Nosotros, combinamos estas tecnologías con sofisticados sistemas de administración de información para ayudar al personal clínico a tomar decisiones vitales, esenciales para el bienestar del bebé.

Nuestra experiencia en el diseño de lugares de trabajo inteligentes mejora la productividad de la UCI neonatal mientras que al mismo tiempo garantiza que responda a las necesidades de la familia. ¿El resultado? Una solución que abarca todo lo necesario para lograr unos cuidados perinatales que cumplen los estándares más altos. Los suyos.

#### **Nuestro compromiso**

El desarrollo de la primera incubadora infantil Air-Shields® Isolette® en 1947 inició una nueva etapa en los cuidados médicos del recién nacido.

En la actualidad, mas de medio siglo después, la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® sigue siendo uno de los líderes mas reconocido en todo el mundo. En todos estos años, hemos mantenido un ferviente compromiso para:

- Ser precursores en nuevas tecnologías para los recién nacidos y los profesionales clínicos
- Simplificar la ergonomía de los equipos para respaldar los cuidados de enfermería
- Crear entornos para cuidar de modo extraordinario a los bebés





### Tendencias de Datos

Las tendencias de datos exclusivas de la incubadora Air-Shields® Isolette® ponen a su disposición información vital. La unidad crea gráficamente las tendencias de: temperatura del aire, temperatura cutánea, energía del calentador, oxígeno y humedad durante intervalos de 2 a 24 horas y de hasta 7 días para el peso del paciente.

### Rendimiento Térmico

Una temperatura constante del aire resulta vital para el desarrollo de un bebé prematuro. Las avanzadas capacidades de gestión térmica de la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® proporcionan una doble cortina de aire que reduce la pérdida de calor radiante del bebé calentando la superficie de la cubierta interior.

### Flujo de Aire Bidireccional

Esta característica exclusiva reduce al mínimo las fluctuaciones de temperatura dentro de la incubadora que se producen cuando se abren las puertas de acceso. Un controlador innovador basado en microprocesador regula de modo rápido y preciso la temperatura, la humedad y los niveles de oxígeno dentro de la incubadora.

### Nivel de Ruido Interno ≤ 47 dBA

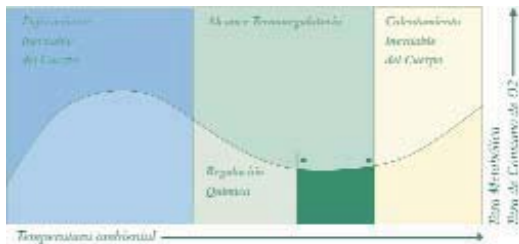
Los bajos niveles de sonido del funcionamiento de la incubadora Air-Shields® Isolette® garantizan un entorno que contribuye de modo positivo al desarrollo de los bebés.

### Cuidados Centralizados Para Nacimientos Múltiples

Al permitir alojar más de un bebé, la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® le permite monitorizar y cuidar simultáneamente los nacimientos múltiples.

### Bandeja de Rayos X Integrada

Situada cómodamente debajo del colchón, la bandeja con cassette para película de rayos X de la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® se desliza suavemente hacia fuera para evitar molestar al bebé, otro ejemplo de nuestro enfoque en el cuidado para el desarrollo neonatal.



# características principales



## Acceso Extraordinario al Bebé

La incubadora infantil Air-Shields® Isolette® proporciona paneles de acceso frontal y posterior. Dos profesionales clínicos pueden cuidar simultáneamente a un bebé mientras éste permanece en la incubadora, reduciendo la manipulación y la estimulación negativa.

## Servo-control de Oxígeno

La administración de oxígeno puede simplificarse seleccionando y controlando las concentraciones de oxígeno en toda la cubierta del 21% al 65%. La calibración se puede realizar en aire ambiental o en oxígeno al 100%. El proceso es rápido y sencillo y se puede llevar a cabo mientras se monitoriza al bebé, sin interferir con el entorno térmico.

## Servo-control de Humedad

Un depósito de humedad de carga frontal de fácil acceso y que sólo se necesita rellenar una vez cada 24 horas. Puede ajustar el % de humedad relativa que desee, disminuyendo así la pérdida de calor del bebé por evaporación.

## Innovaciones Tecnológicas

Las avanzadas características biomédicas le proporcionan un nuevo nivel de control durante la configuración del sistema y ofrecen herramientas de diagnóstico mejoradas para el mantenimiento del sistema y la localización de averías.

## Sistema de Alarmas Avanzado

- Niveles de sonido "ascendentes": las alarmas acústicas empiezan suavemente y progresivamente aumentan de volumen, proporcionándole tiempo para responder antes de que el sonido pueda molestar al bebé.
- Alarmas "inteligentes": las alarmas de temperatura se silencian automáticamente durante un periodo especificado después de que el usuario cambie los parámetros de temperatura.
- Silencio de procedimiento: cuando el usuario sabe que un protocolo dará lugar a una condición de alarma, puede iniciar un periodo de silencio para mantener un entorno silencioso.
- Indicador visual a nivel de la vista: una alarma visual situada a nivel de la vista en el módulo sensor para avisarle de una situación de alarma procedente de la habitación.



# accesorios

## Accesorios de la Incubadora Infantil Air-Shields® Isolette® C2000:

- Balanza integrada en la cuna de la incubadora MU13060
- Balanza integrada en la cuna de la incubadora CE (1) MU13089
- Balanza integrada en la cuna de la incubadora paquete actualizador(2) MU13484
- Modulo de humedad servorregulada C2000, 120 V MU13207  
C2000, 230 V MU13208
- Depósito de humedad reutilizable MU14919
- Modulo de oxígeno servorregulado con tubo verde y adaptador DISS MU13236  
con tubo verde, sin adaptador MU13237  
con tubo blanco, sin adaptador MU13238  
con tubo azul, sin adaptador MU13239
- Soporte para tubos del ventilador MU12254
- Compartimento grande para almacenamiento, tipo giratorio MU12870
- Dos compartimentos organizadores profundo MU12880
- Estante de monitorización, tipo bajo MU12948
- Estante de monitorización, tipo alto MU12937
- Conjunto de montaje en poste IV telescópico MU12955
- Montaje de botella (cilindro) MU12952  
Tamaño máximo del botella, 4,5 " (11.5 cm)  
Longitud máxima de la botella, 34 " (85 cm)

(1) Cumple con OIML

(2) Igual que (1) per incluye conjunto actualizador



# Especificaciones técnicas

## Incubadora Air-Shields® Isolette® con soporte de altura variable

Ancho	38,0" (99 cm)
Profundidad	26,3" (67 cm)
Altura	52,5-60" (De 133,4 a 152,4 cm)
Peso	198 lbs (90 kg)

## Incubadora Air-Shields® Isolette® con soporte de altura fija

Ancho	46,8" (119 cm)
Profundidad	26,3" (67 cm)
Altura	56" (142 cm)
Peso	175 lbs (79,5 kg)

## Especificaciones de la cubierta

Tamaño de la bandeja del colchón	16 x 32" (40,6 x 81 cm)
Del colchón a la cubierta	16,25" (41,2 cm)
Apertura del panel de acceso	28,0 cm
La cubierta estándar incluye	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 puertas de acceso; 2 accesos tipo iris; panel de acceso frontal</li> <li>• Frontales de arandelas para 3 tubos a la izquierda y 3 tubos a la derecha</li> </ul>
Inclinación del colchón	±12° (±1 °C)
Microfiltro de entrada de aire	99,9% de eficacia
Tamaño de partícula que se elimina	0,3 micrones
Rango de control del modo aire	De 20 a 39,0 °C
Anulación del modo aire	>37,0 °C
Velocidad del flujo de aire	
En todo el colchón	<10 cm/seg
Rango de control del modo cutáneo	De 34,0 a 38,0 °C
Anulación del modo cutáneo	>37,0° C
Tiempo de ascenso de la temperatura (a 22 °C de temperatura ambiente)	<35 minutos
Niveles de CO2	<0,5% cuando se administra a 750 ml/min en punto a 10 cm por encima del colchón
Nivel de ruido en funcionamiento en la cubierta	≤47dBA
Ruedas (4 ruedas, 1 giratoria)	12,7 cm (5 in)
Salida de RS-232	
Pantalla EL (electroluminiscente)	
Monitorización doble de la temperatura cutánea	
Toma (eléctrica) de 6 CA	
Bloqueo de teclado	
24 horas de tendencias de:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del aire</li> <li>• Temperatura cutánea (1 y 2)</li> <li>• Humedad relativa</li> <li>• Concentración de oxígeno</li> <li>• Energía del calentador</li> </ul>

## Requisitos ambientales

Rango de temperatura en funcionamiento	De 20 °C a 30 °C ambiente
Rango de temperatura en almacenamiento	De -25 °C a 60 °C ambiente
Rango de humedad en funcionamiento	Humedad relativa de 5% a 99%, sin condensación
Rango de humedad en almacenamiento	Humedad relativa de 0% a 99%, sin condensación
Rango de temperatura del sensor de HR en funcionamiento	De 20 °C a 41 °C
Rango de temperatura del sensor de O2 en funcionamiento	De 20 °C a 41 °C
Presión de calibración del sensor de O2	De 600 a 900 mm Hg

## Alarmas

Temperatura (limitación =)	38,0 °C para temperatura del aire <37 °C 40 °C para temperatura del aire >37 °C
Temperatura establecida del bebé	±1,0 °C (ó ±0,5 °C)
Temperatura establecida del aire	+1,5 °C/-2,5 °C
Temperatura cutánea alta/baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura del aire alta/baja</li> <li>• Desconexión por temperatura alta</li> <li>• Fallo de la sonda del aire</li> <li>• Fallo/desconexión de la sonda cutánea</li> <li>• Flujo de aire bajo</li> <li>• Humedad baja (opción de humedad)</li> <li>• Oxígeno bajo/alto (±3%) (opción de oxígeno)</li> <li>• Necesita calibración de oxígeno (opción de oxígeno)</li> <li>• Diferencia de célula de oxígeno (opción de oxígeno)</li> <li>• Fallo de solenoide de oxígeno (opción de oxígeno)</li> <li>• Desconexión de la balanza (opción de balanza)</li> <li>• Demasiado peso (opción de balanza)</li> </ul>





<b>Alarmas del sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallo del controlador</li> <li>• Fallo del módulo del sensor</li> <li>• Módulo del sensor fuera de lugar</li> <li>• Fallo del motor</li> <li>• Fallo de alimentación</li> <li>• Fallo del calentador</li> <li>• Sensor desconectado</li> <li>• Tecla atascada</li> </ul>
----------------------------	---

**Opción de servo-control de humedad**

Capacidad de agua	1000 ml
Tiempo de relleno	>24 horas al 85% de humedad relativa
Rango Del	30 al 95%
Precisión de pantalla	±6% del % de humedad relativa

**Opción de servo-control de oxígeno**

Precisión	100% calibración ±3%
Precisión	21% calibración ±5%
Rango Del	21 al 65%
Resolución	1%

**Opción de balanza**

Rango de peso	De 0 a 15,4 lbs (De 0 a 7 kg)
Resolución de la pantalla de peso	1 g ó 1 oz (OIML = 10 g ó 1 oz)
Precisión del peso	De 2 g ± 1/2 dígito, hasta 2 kg (OIML = 10 g)
	De 5 g ± 1/2 dígito por encima de 2 kg

Tendencias de ganancia o pérdida de peso durante un periodo de 7 días

**Otras opciones (conectadas al riel de accesorios)**

Límite de peso del poste IV	10, 4 lbs (4,72 kg)
Límite de peso del estante del monitor	25 lbs (11,4 kg)
Puerta de acceso posterior	Suministrada con 2 puertas de acceso y 4 arandelas adicionales, 2 a la izquierda y 2 a la derecha

Soporte del tubo del ventilador

Montaje del tanque de oxígeno

**Opciones del cajón**

- Grande y profundo de tipo giratorio
- Dos bajos de tipo giratorio hacia afuera

Draeger Medical Infant Care, Inc. se reserva el derecho de hacer cambios sin previo aviso a los diseños especificaciones y modelos.

España:

**Dräger Medical Hispania S.A.**  
 c/ Xaudaró n° 5  
 28034 Madrid  
 ESPAÑA  
 Tel: +34-91-728 34 00  
 Fax: +34-91-358 36 19  
 E-mail: draegermedical@draeger.es

www.draeger.es

México:

**Dräger Medical México, S.A. de C.V.**  
 German Centre  
 Av. Santa Fe, 170 Int. 7-2-2  
 Col. Lomas de Santa Fe  
 01210 México D.F.  
 MÉXICO  
 Tel: +52-55-50 20 52 00  
 Fax: +52-55-50 20 52 11  
 e-mail: info@draegermedical.com.mx

www.draeger-medical.com.mx

Fabricante:

Draeger Medical Systems, Inc.  
 Telford, PA 18969, USA

El sistema de gestión de calidad de Draeger Medical Systems, Inc. está certificado según el anexo II de la directriz 93/42/EEC (Productos médicos) y según ISO 13485.

Chile:

**Dräger Medical Chile Ltda.**  
 Alonso de Córdova 5151, Piso 19  
 Las Condes  
 Santiago  
 CHILE  
 Tel: +562 482 1010  
 Fax: +562 482 1001  
 E-mail: info@draegermedical.cl

América Latina:

**Dräger Medical AG & Co. KG**  
 Moislinger Allee 53-55  
 23542 Lübeck  
 ALEMANIA  
 Tel: +49-1805-3 72 34 37  
 +49-451-882-808  
 Fax: +49-451-882-37 79  
 E-mail: Business.Support@draeger.com

www.draeger-medical.com



# Air-Shields® Isolette® C2000e



La Confianza Mejorada

**Air-Shields**  
A Dräger Medical Brand

**XI**

# La confianza mejorada





El cuidado de los pacientes más jóvenes requiere la mejor y más innovadora tecnología. No obstante, según nuestro punto de vista, los cuidados intensivos de los recién nacidos requieren también algo más, un énfasis en una UCI neonatal como un entorno completo en el que los bebés puedan recibir los tratamientos que necesiten en instalaciones diseñadas para aportar flexibilidad y eficacia.

Nuestra solución CareArea™ incluye las tecnologías más avanzadas de ventilación, monitorización y termoregulación disponibles para proporcionar a los recién nacidos el más alto nivel de cuidados. Nosotros, combinamos estas tecnologías con sofisticados sistemas de administración de información para ayudar al personal clínico a tomar decisiones vitales, esenciales para el bienestar del bebé.

Nuestra experiencia en el diseño de lugares de trabajo inteligentes mejora la productividad de la UCI neonatal mientras que al mismo tiempo garantiza que responda a las necesidades de la familia. ¿El resultado? Una solución que abarca todo lo necesario para lograr unos cuidados perinatales que cumplen los estándares más altos. Los suyos.

#### Nuestro compromiso

El desarrollo de la primera incubadora infantil Air-Shields® Isolette® en 1947 inició una nueva etapa en los cuidados médicos del recién nacido.

En la actualidad, más de medio siglo después, la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® sigue siendo uno de los líderes más reconocidos en todo el mundo. En todos estos años, hemos mantenido un ferviente compromiso para:

- Ser precursores en nuevas tecnologías para los recién nacidos y los profesionales clínicos
- Simplificar la ergonomía de los equipos para respaldar los cuidados de enfermería
- Crear entornos para cuidar de modo extraordinario a los bebés



# soporte termorregulador

## La Tecnología y la Ergonomía Significan Cuidados Avanzados

Tanto si está creando un centro para recién nacidos, como renovando una unidad o actualizando la tecnología existente, su enfoque está en crear un entorno realmente enriquecedor. En Dräger Medical, nuestro compromiso con las necesidades de desarrollo de los recién nacidos y nuestro profundo conocimiento de los cuidados centrados en la familia se refleja en cada faceta del diseño de la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e.

Desde los contornos redondeados de la cubierta hasta el soporte móvil, la Air-Shields® Isolette® combina tecnología y ergonomía avanzadas con el conocimiento de los requisitos de los profesionales sanitarios.

Su combinación de características y flexibilidad proporciona un nivel incomparable de control a la hora de crear un entorno que respalda las necesidades del bebé, permitiendo a los profesionales clínicos proporcionar cuidados de la mayor calidad.

La incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e proporciona soporte termorregulatorio

avanzado e incorpora control de temperatura manual y servocontrolado. Las opciones incluyen servo-control de oxígeno integrado, servo-control de humedad de acceso frontal y balanza integrado en la cuna.

Esta incubadora de uso sencillo incorpora la tecnología avanzada de control basado en microprocesador, así como una pantalla electroluminiscente. Un exclusivo riel de accesorios alrededor de la incubadora permite la conexión de equipos y accesorios para mejorar la gestión del espacio del paciente. Un suministro de alimentación ininterrumpida opcional proporciona el respaldo de la batería en el caso de un fallo de energía o al trasladar la incubadora dentro de las instalaciones.

Cada incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e incluye: paredes dobles, cortinas de aire frontal y posterior, bandeja con cassette para película de rayos X, capacidad para gemelos (superficie de colchón grande y dos sondas cutáneas), 1 sonda cutánea reutilizable, regleta eléctrica para 6 accesorios y manual del usuario.

Los módulos de servo-control de oxígeno/servo-control de humedad, las opciones de almacenamiento y los accesorios se facilitan y presupuestan por separado y se pueden solicitar en cualquier momento.





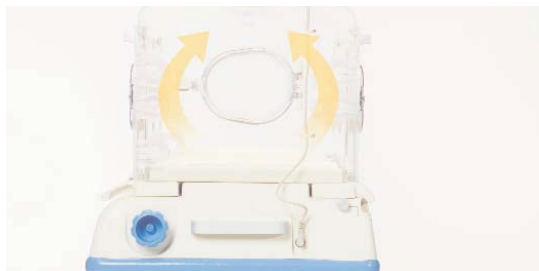
Cada incubadora infantil  
Air-Shields® Isolette® C2000e incluye:

- paredes dobles
- cortinas de aire frontal y posterior
- bandeja con cassette para película de rayos X
- capacidad para gemelos (superficie de colchón grande y dos sondas cutáneas),
- 1 sonda cutánea reutilizable
- Regleta eléctrica para 6 accesorios
- Manual del usuario.



Compartimentos de almacenamiento  
opcionales

- cajones de tipo giratorio
- cajones deslizantes con acceso frontal o doble
- bandejas de almacenamiento abierto
- todos los estilos de cajones están disponibles como un cajón grande único o dos cajones bajos



### Tendencias de Datos

Las tendencias de datos ponen a su disposición la información vital. La unidad crea gráficamente las tendencias de temperatura, temperatura cutánea, energía del calentador, oxígeno y humedad durante intervalos de 2 a 24 horas y de hasta 7 días para el peso del bebé.

### Cuidados Centralizados Para Nacimientos Múltiples

Al permitir alojar más de un bebé, la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e le permite monitorizar y cuidar simultáneamente los nacimientos múltiples. El colchón de incubadora más grande disponible proporciona el espacio necesario para cuidar a dos bebés y suficiente espacio para que ambos bebés crezcan cómodamente.

### Rendimiento Térmico

Una temperatura constante del aire resulta vital para el desarrollo de un bebé prematuro. Las avanzadas capacidades de gestión térmica de la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e proporcionan una cortina de aire doble patentada que reduce la pérdida de calor radiante del bebé calentando la superficie interior de la cubierta.

### Bandeja de Rayos X Integrada

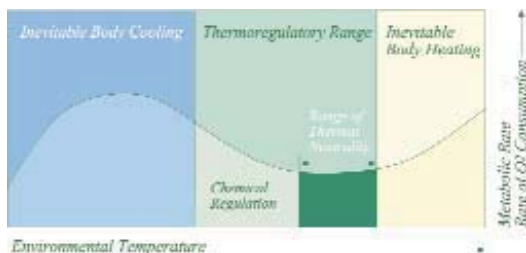
Situada cómodamente debajo del colchón, la bandeja con cassette para película de rayos X de la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e se desliza suavemente hacia fuera para evitar molestar al bebé: otro ejemplo de nuestro enfoque en el cuidado para el desarrollo neonatal.

### Flujo de Aire Bidireccional

Esta característica exclusiva reduce al mínimo las fluctuaciones de temperatura dentro de la incubadora que se producen cuando se abren las puertas de acceso. Un controlador a base de microprocesador avanzado regula de modo rápido y preciso la temperatura, la humedad y los niveles de oxígeno dentro de la incubadora.

### Acceso Extraordinario al Bebé

La incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e incorpora puertas de acceso frontal y posterior. Dos profesionales clínicos pueden cuidar simultáneamente a un bebé mientras éste permanece dentro de la incubadora, reduciendo así la manipulación y la estimulación negativa.



# características principales



## Nivel de ruido interno < 47dBA

Los bajos niveles de sonido en funcionamiento de la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e garantizan un entorno que contribuye de modo positivo al desarrollo de los bebés.

## Servo-Control de Oxígeno

La administración de oxígeno puede simplificarse seleccionando y controlando las concentraciones de oxígeno en toda la cubierta del 21% al 65%. La calibración se puede realizar en aire ambiental o en oxígeno al 100%. El proceso es rápido y sencillo y se puede llevar a cabo mientras se monitoriza al bebé, sin interferir con el entorno térmico.

## Servo-Control de Humedad

Un depósito de humedad de carga frontal de fácil acceso y que sólo se necesita rellenar una vez cada 24 horas. Ahora, puede establecer el % de humedad relativa que desee, reduciendo así la pérdida de calor por evaporación del bebé.

## Sistema de Riel Para Accesorios

La incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e incluye un riel cómodo e integrado alrededor de la incubadora para la conexión de accesorios como postes IV, estantes, cestas, soportes para gráficos y otros equipos. El sistema de riel para accesorios ayuda a organizar el material y los equipos, rentabilizando el uso del espacio de trabajo alrededor de la incubadora y reduciendo la "acumulación" de cables.



## Suministro de Alimentación Ininterrumpida

El suministro de alimentación ininterrumpida (SAI) opcional se utiliza como una batería de respaldo para la incubadora infantil Air-Shields® Isolette® C2000e. Cuando está totalmente cargada, el SAI proporcionará hasta 30 minutos de energía del calentador bajo condiciones ambientales de funcionamiento \*normales durante cortes del suministro eléctrico o mientras se traslada una incubadora sin conexión dentro de las instalaciones.

\* 70 °F (21 °C)

## Innovaciones Tecnológicas

Las avanzadas características biomédicas le proporcionan un nuevo nivel de control durante la configuración del sistema y ofrecen herramientas de diagnóstico mejoradas para el mantenimiento del sistema y la localización de averías.

## Sistema de Alarmas Avanzado

- Niveles de sonido "ascendentes": las alarmas acústicas empiezan suavemente y progresivamente aumentan de volumen, proporcionándole tiempo para responder antes de que el sonido pueda molestar al bebé.
- Alarmas "inteligentes": las alarmas de temperatura se silencian automáticamente durante un tiempo especificado después de que el usuario cambie los parámetros de temperatura.
- Silencio de procedimiento: cuando el usuario sabe que un protocolo dará lugar a una condición de alarma, puede iniciar un periodo de silencio para mantener un entorno silencioso.
- Indicador visual a nivel de la vista: una alarma visual situada a nivel de la vista en el módulo sensor para avisarle de una situación de alarma procedente de la habitación.



España:

**Dräger Medical Hispania S.A.**

c/ Xaudaró n° 5  
28034 Madrid  
ESPAÑA  
Tel: +34-91-728 34 00  
Fax: +34-91-358 36 19  
E-mail: draegermedical@draeger.es

www.draeger.es

México:

**Dräger Medical México, S.A. de C.V.**

German Centre  
Av. Santa Fe, 170 Int. 7-2-2  
Col. Lomas de Santa Fe  
01210 México D.F.  
MÉXICO  
Tel: +52-55-50 20 52 00  
Fax: +52-55-50 20 52 11  
e-mail: info@draegermedical.com.mx

www.draeger-medical.com.mx

Chile:

**Dräger Medical Chile Ltda.**

Alonso de Córdova 5151, Piso 19  
Las Condes  
Santiago  
CHILE  
Tel: +562 482 1010  
Fax: +562 482 1001  
E-mail: info@draegermedical.cl

América Latina:

**Dräger Medical AG & Co. KG**

Moislinger Allee 53-55  
23542 Lübeck  
ALEMANIA  
Tel: +49-1805-3 72 34 37  
+49-451-882-808  
Fax: +49-451-882-37 79  
E-mail: Business.Support@draeger.com

www.draeger-medical.com



Fabricante:

Draeger Medical Systems, Inc.  
Telford, PA 18969, USA

El sistema de gestión de calidad de Draeger Medical Systems, Inc. está certificado según el anexo II de la directriz 93/42/EEC (Productos médicos) y según ISO 13485.

## Air-Shields® TI500 Globe-Trotter™

### Transport System

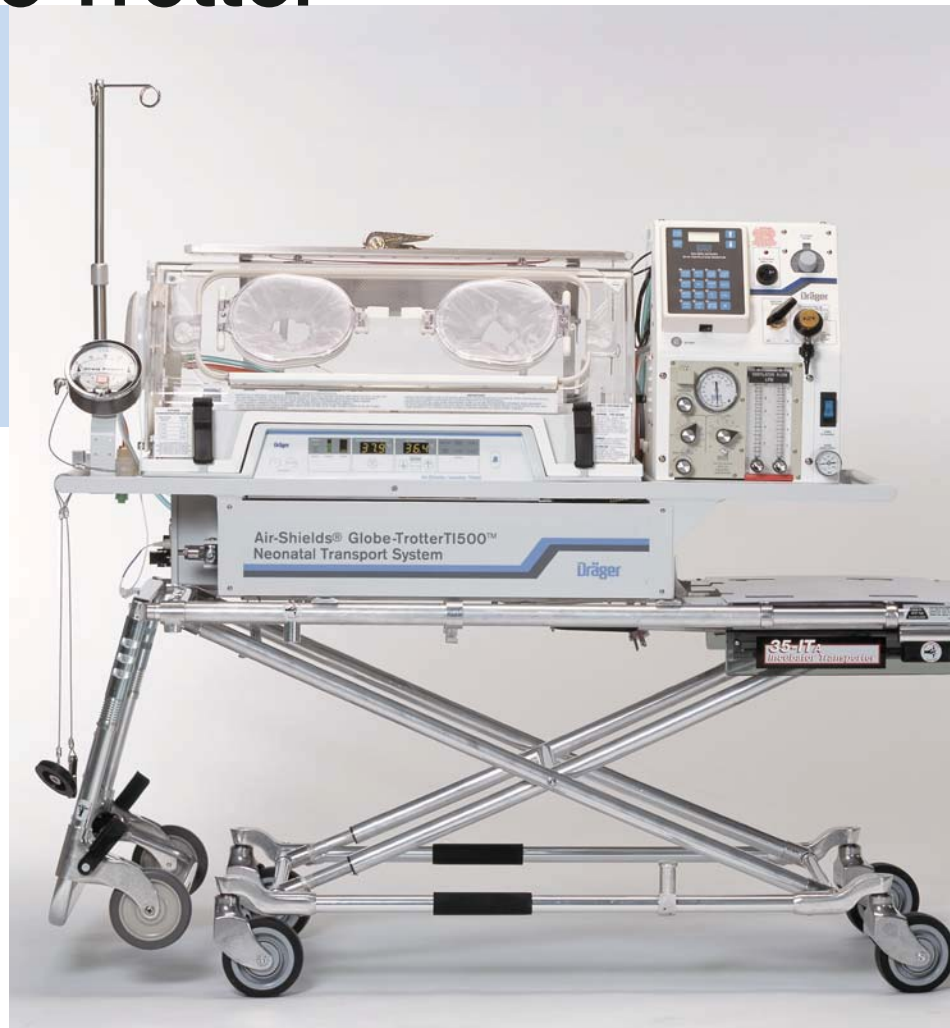
#### Application

The Air-Shields® TI500 Globe-Trotter™ Neonatal Transport System from Dräger Medical combines all the technology of the Air-Shields® TI500 Transport System with additional features for an improved level of care.

#### Features

##### Integrated Support

The Air-Shields® TI500 Globe-Trotter™ Neonatal Transport System from Dräger Medical is designed to transport infants in a thermal neutral environment and also provides integrated ventilatory support. Your system can be configured with a selection of ventilators and oxygen analyzers to meet your needs.



Air-Shields®  
A Dräger Medical Brand

XII

### Front-Mounted Controls

In addition to the incubator controls, all ventilator, tank gauges, and gas-related controls are front mounted for quick access and heightened visibility.

### Internal Tank Storage

Gas tanks are housed beneath the incubator in Air-Shields® TI500 Globe-Trotter™ Neonatal Transport System frame so they can easily be carried together with the incubator unit. Regulators, yoke fittings, and flowmeters are all built in, eliminating external tubing.

### Air Compressor Option

The Air-Shields® TI500 Globe-Trotter™ Neonatal Transport System from Dräger Medical is the only transport system that has the option of an integrated air compressor. You can deliver medical grade air while eliminating the need to carry air tanks.

### Auxiliary Flow Meter

An auxiliary flowmeter is standard on the Air-Shields® TI500 Globe-Trotter™ Neonatal Transport System with an additional hand circuit to allow manual resuscitation if necessary. This offers the ability to ventilate twins in one incubator.

### Other Key Advantages

- Facilities for fluid delivery and vital signs monitoring
- Strain relief blocks to prevent accidental extubation
- Capacity for recharging auxiliary support equipment batteries
- Available on a choice of stands

Europe, Middle East, Africa, Latin America, Asia, Pacific:

#### Dräger Medical AG & Co. KG

Moislinger Allee 53-55  
23542 Lübeck  
GERMANY  
Tel: +49-1805-3 72 34 37  
+49-451-882-808  
Fax: +49-451-882-37 79  
E-mail:  
Business.Support@draeger.com

www.draeger-medical.com

#### Manufacturer:

Dräger Medical Infant Care, Inc.  
Hatboro, PA 19040, USA

The quality management system at Dräger Medical Infant Care, Inc. is certified according to ISO 13485 and Annex II of Directive 93/42/EEC (Medical devices).

## Technical specifications

Height	23 in (58.4 cm)
Length	51 in (129.5 cm)
Width	22.5 in (56.5 cm)
Weight without compressor	158 lbs (71.6 kg) <sup>1</sup>
Weight with compressor	185 lbs (83.9 kg)

### Electrical specifications

AC Power requirements	110/120 V, 50/60/400 Hz 220/240 V, 50/60/400 Hz
DC (incubator only)	12 V or 28 V
Chassis leakage current	120 V < 300 µA + 10% 220 V < 500 µA + 10%

6 AC outlets

AC and incubator DC cable included

### Compressor battery specifications

Type	Rechargeable, 12 V DC, 20 AH Sealed gel-type battery
Battery Run Time	3 hours minimum with blender set at 21% oxygen
Life expectancy	200 complete charge/discharge cycles minimum
Charge Time	20 hours from full discharge
Low Battery Alarm	when 30 minutes of compressor air remain

Notes: <sup>1</sup> weight includes one battery

USA:

#### Dräger Medical, Inc.

3135 Quarry Road  
Telford, PA 18969  
USA  
Tel: +1-215-721-5400  
Toll-free: +1-800-437-2437  
Fax: +1-215-723-5935  
E-mail:  
wwwinfo@draegermed.com

Canada:

#### Dräger Medical Canada Inc.

120 East Beaver Creek Road  
Suite 104  
Richmond Hill Ontario L4B 4V1  
CANADA  
Tel: +1-905-763-3702  
Toll-free: +1-866-343-2273  
Fax: +1-905-763-1890  
E-mail:  
Canada.Support@draeger.com

# TZN/TZ SERIES

## Dual PID auto tuning controller

### ■ Features

- Dual PID auto tuning function :  
High-speed response of PID control to reach to the desired value fast, low-speed of response of PID control to minimize the overshoot even though response is a little bit slow.
- High display accuracy :  
±0.3% (by F · S value of each input)
- 2-Steps auto tuning control function
- Multi-input function (13 kinds of multi-input selection function) :  
Temperature sensor, voltage and current selection function.
- Various sub output function :  
Includes in LBA, SBA, 7kinds of alarm output and 4 kinds of alarm option function, PV transmission output (DC4-20mA), RS485 communication output
- Display the decimal point for analog input



**⚠ Please read "Caution for your safety" in operation manual before using.**



### ■ Ordering information

**TZ** **4** **M** - **1** **4** **R**



Control output	<b>R</b>	Relay output
	<b>S</b>	SSR output
Power supply (※1)	<b>2</b>	24VAC/24-48VDC
	<b>4</b>	100-240VAC 50/60Hz
Sub output	TZ4SP/TZN4S	
	<b>1</b>	Event 1 output
	<b>1</b>	Event 1 output
	<b>2</b>	Event 1 + Event 2 output
	<b>R</b>	Event 1+PV transmission output(DC4-20mA)
	Etc.	
	<b>1</b>	Event 1 output
<b>2</b>	Event 1 + Event 2 output	
<b>R</b>	Event 1+PV transmission output(DC4-20mA)	
<b>A</b>	Event 1 + Event 2 + PV transmission output(DC4-20mA)	
<b>T</b>	Event 1+RS485 communication output	
<b>B</b>	Event 1+Event 2+RS485 communication output	
Size	TZN4	
	<b>S</b>	DIN W48×H48mm (Terminal block type)
	TZ4	
<b>SP</b>	DIN W48×H48mm (Plug type)	
<b>ST</b>	DIN W48×H48mm (Terminal block type)	
Digit	TZ4/TZN4	
	<b>M</b>	DIN W72×H72mm
	<b>W</b>	DIN W96×H48mm
	<b>H</b>	DIN W48×H96mm
<b>L</b>	DIN W96×H96mm	
Item	<b>4</b>	4 Digit
	<b>TZ</b>	Temperature PID
	<b>TZN</b>	Temperature PID New Type

(※1) Only for TZ4SP, TZ4ST, TZ4L, TZN4M Series.

# Dual PID Auto Tuning Controller

## Specifications

※ A blacked (■) item is upgraded function.

Series	TZ4SP TZN4S	TZ4ST	TZ4M TZN4M	TZ4W TZN4W	TZ4H TZN4H	TZ4L TZN4L
Power supply	100-240VAC 50/60Hz, 24VAC 50/60Hz / 24-48VDC					
Allowable voltage range	90~110% of power supply					
Power consumption	Approx. 5VA		Approx. 6VA (Low voltage type ☞ AC: Approx. 8VA, DC: Approx. 7W)			
Display method	7Segment LED Display 【Process value (PV) : Red, Setting value (SV) : Green】					
Character size	TZ4SP ☞ W4.8×H7.8mm TZN4S ☞ PV: W7.8×H11mm SV: W5.8×H8mm	W4.8×H7.8mm	TZ4M ☞ PV: W9.8×H14.2mm SV: W8×H10mm TZN4M ☞ PV: W8×H13mm SV: W5×H9mm	W8×H10mm	TZ4H ☞ W3.8×H7.6mm TZN4H ☞ PV: W7.8×H11mm SV: W5.8×H8mm	PV: W9.8×H14.2mm SV: W8×H10mm
Input	Thermocouple	K (CA), J (IC), R (PR), E (CR), T (CC), S (PR), N (NN), W (TT) <Tolerance of line resistance is max. 100Ω per a wire>				
	RTD	Pt100Ω, JIS Pt100Ω, 3wire <Tolerance of line resistance is max. 5Ω per a wire>				
	Analog	1-5VDC, 0-10VDC, DC4-20mA				
Control output	Relay	250VAC 3A 1c				
	SSR	12VDC ±3V 30mA Max.				
	Current	DC4-20mA Load 600Ω Max.				
Sub output	Transmission	———	PV transmission : DC4-20mA Load max. 600Ω			
	EVENT 1	———	250VAC 1A 1a			
	EVENT 2	———	250VAC 1A 1a			
	Communication	———	———	RS485 (PV transmission, SV setting)		
Control type	ON/OFF control P, PI, PD, PIDF, PIDS					
Display accuracy	F.S ± 0.3% or 3℃ (Higher one)					
Setting type	Front push buttons					
Hysteresis	Adjustable 1~100℃ (0.1~100.0℃) at ON/OFF control					
<b>Alarm output hysteresis</b>	<b>Adjustable ON/OFF 1~100 (0.1~100.0)℃ of alarm output</b>					
Proportional band (P)	0.0 ~ 100.0%					
Integral time (I)	0 ~ 3600sec					
Derivative time (D)	0 ~ 3600sec					
Control time (T)	1 ~ 120sec					
Sampling period	0.5sec					
LBA setting	1 ~ 999sec					
RAMP setting	Ramp Up, Ramp Down at 1~99min.					
Dielectric strength	2000VAC 50/60Hz for 1min.					
Vibration	0.75mm amplitude at frequency of 10 ~ 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2 hours					
Relay life cycle	Main output	Mechanical : Min. 10,000,000 times, Electrical : Min. 100,000 times (250VAC 3A resistive load)				
	Sub output	Mechanical : Min. 20,000,000 times, Electrical : Min. 300,000 times (250VAC 1A resistive load)				
Insulation resistance	Min. 100MΩ (at 500VDC mega)					
Noise	Square shaped noise by noise simulator (pulse width 1μs) ±2kV					
Memory protection	Approx. 10years (When using non-volatile semiconductor memory)					
Ambient temperature	-10 ~ 50℃ (at non-freezing status)					
Storage temperature	-20 ~ 60℃ (at non-freezing status)					
Ambient humidity	35 ~ 85%RH					
Approval	 					
Unit weight	TZ4SP: Approx. 136g TZN4S: Approx. 150g	Approx. 136g	Approx. 270g	TZ4W: Approx. 270g TZN4W: Approx. 259g	Approx. 259g	Approx. 360g

※ The low voltage is only for TZ4SP, TZ4ST, TZ4L, TZN4M series.

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/Speed/Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

# TZN/TZ Series

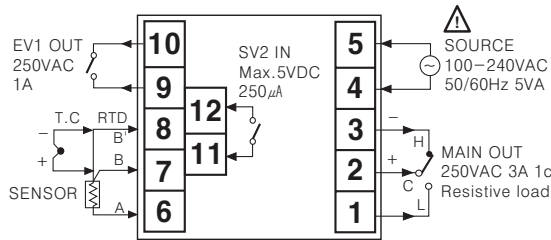
## Connection

\*RTD(Resistance Temperature Detector) : DIN Pt 100Ω (3-wire type), JIS Pt 100Ω (3-wire type)

\*T.C(Thermocouple) : K, J, R, E, T, S, W, N

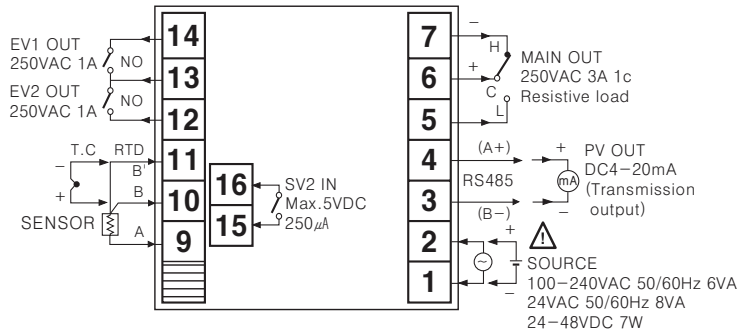
\*In case of Analog input, please use T.C(Thermocouple) terminal and be careful about polarity.

### ●TZN4S



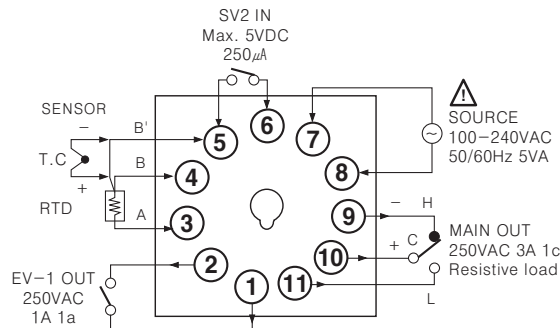
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ±3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

### ●TZN4M



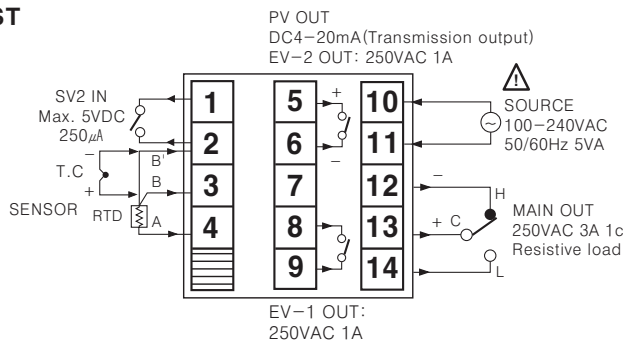
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ±3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

### ●TZ4SP



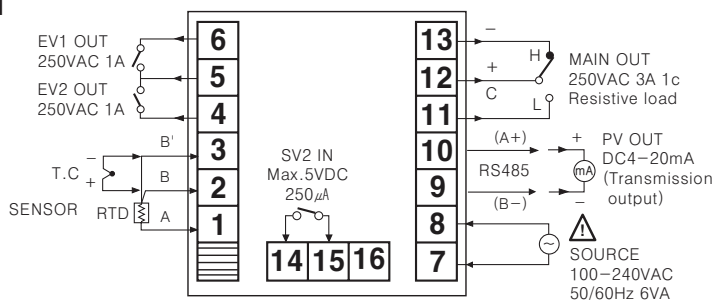
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ±3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

### ●TZ4ST



MAIN OUT		Sub output
SSR	Current	PV transmission output
12VDC ±3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

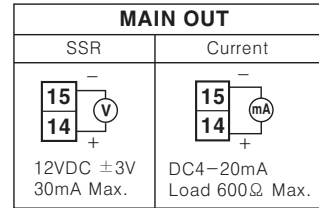
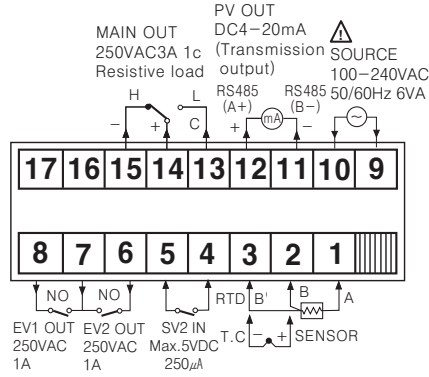
### ●TZ4M



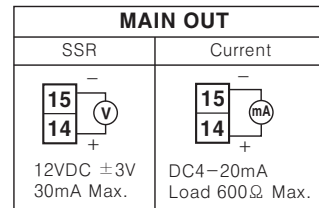
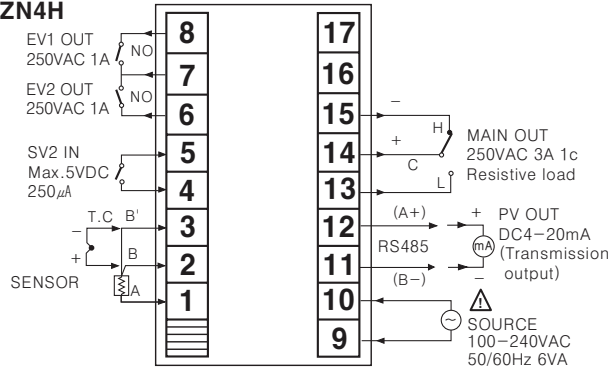
MAIN OUT	
SSR	Current
12VDC ±3V 30mA Max.	DC4-20mA Load 600Ω Max.

# Dual PID Auto Tuning Controller

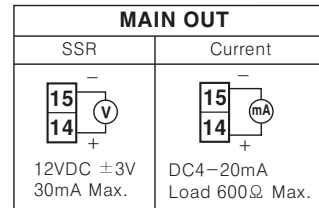
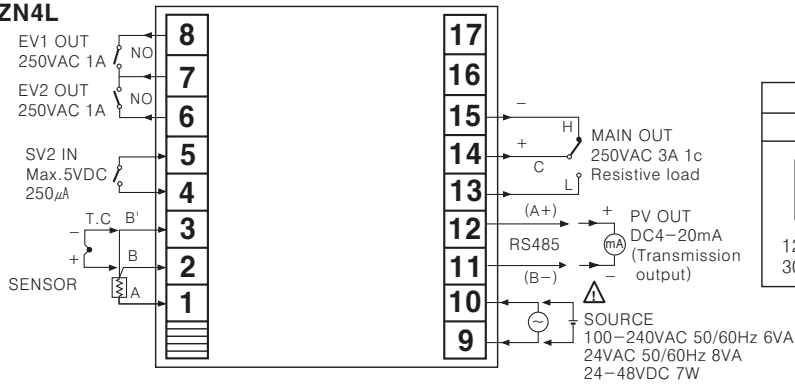
## ●TZ4W/TZN4W



## ●TZ4H / TZN4H



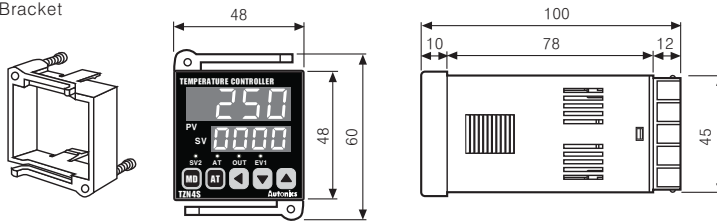
## ●TZ4L / TZN4L



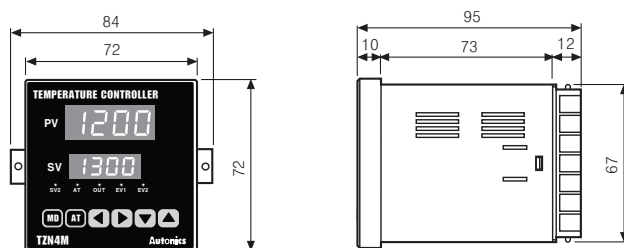
## ■Dimensions

### ●TZN4S

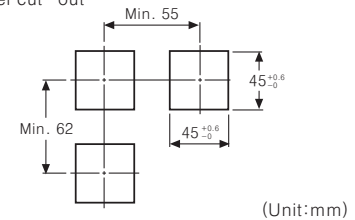
#### ●Bracket



### ●TZN4M

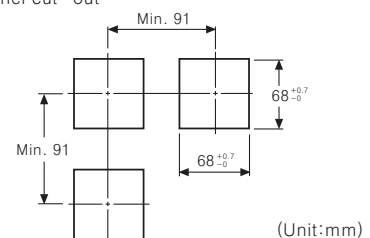


#### ●Panel cut-out



(Unit:mm)

#### ●Panel cut-out



(Unit:mm)

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/Speed/Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

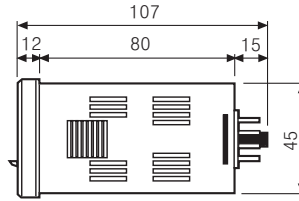
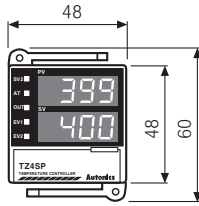
(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

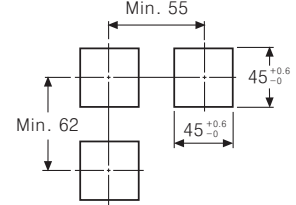
# TZN/TZ Series

## ■ Dimensions

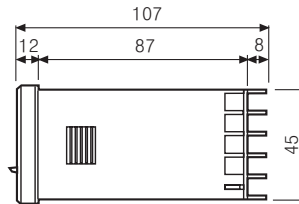
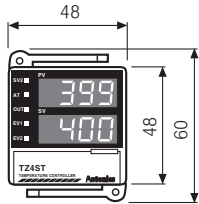
### ● TZ4SP



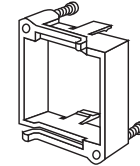
### ● Panel cut-out



### ● TZ4ST



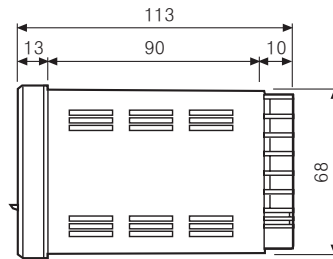
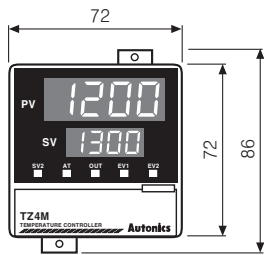
### ● Bracket



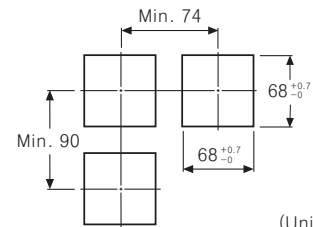
(Unit:mm)

※ Since TZ4SP uses same identification plate with TZ4ST, the lamp does not work even though it has a EV2 output signal lamp.

### ● TZ4M

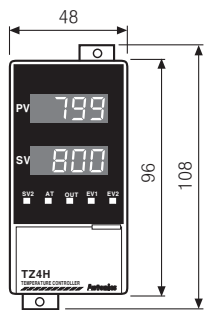


### ● Panel cut-out

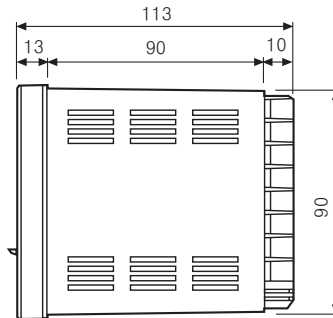
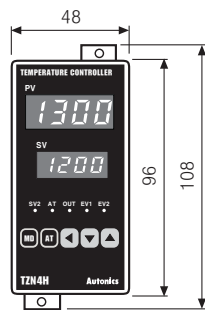


(Unit:mm)

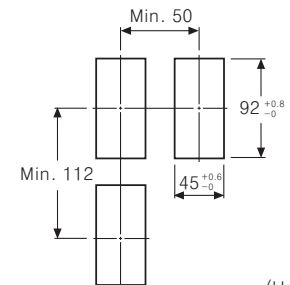
### ● TZ4H



### ● TZN4H

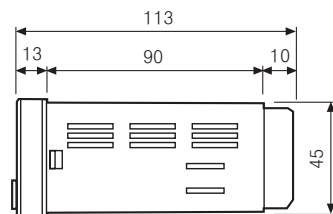
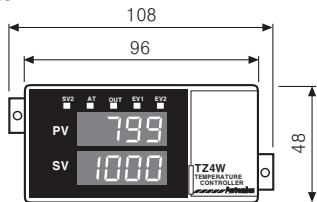


### ● Panel cut-out

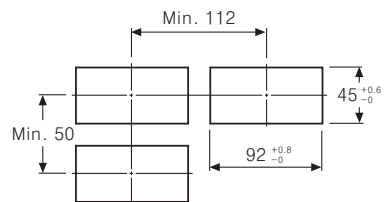


(Unit:mm)

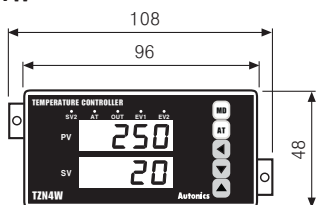
### ● TZ4W



### ● Panel cut-out



### ● TZN4W

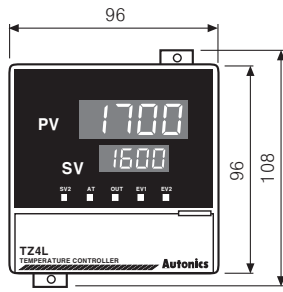


(Unit:mm)

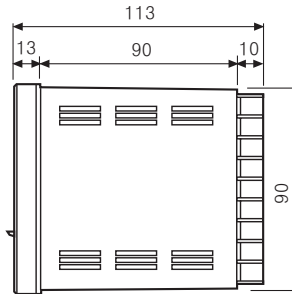
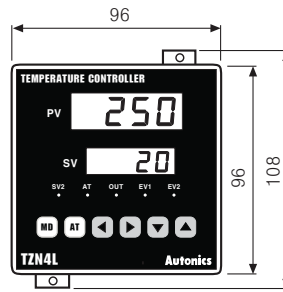


# Dual PID Auto Tuning Controller

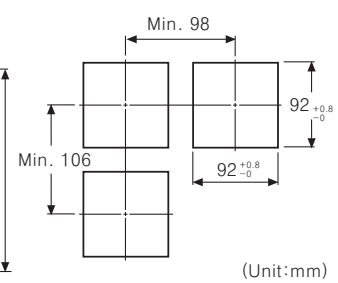
## ●TZ4L



## ●TZN4L



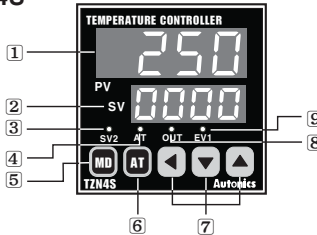
## ●Panel cut-out



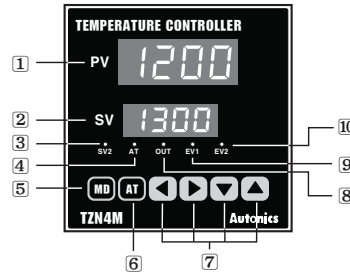
(Unit:mm)

## ■Front panel identification

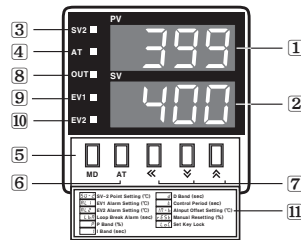
### ●TZN4S



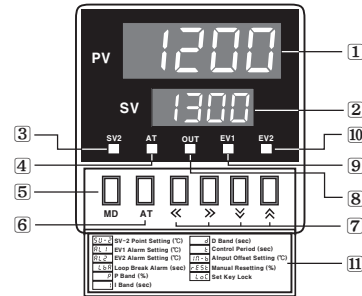
### ●TZN4M



### ●TZ4ST/TZ4SP



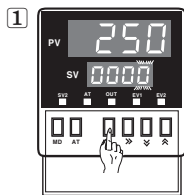
### ●TZ4M



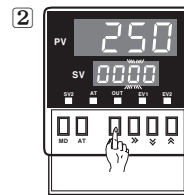
- 1 : Display Processing value(Red)
- 2 : Display Setting value(Green)
- 3 : Indicate SV2 operation
- 4 : Indicate Autotuning operation
- 5 : Mode key
- 6 : Autotuning operation key
- 7 : Setting keys
- 8 : Indicate control output operation
- 9 : Indicate EVENT 1 output
- 10 : Indicate EVENT 2 output
- 11 : Procedure of setting key

※Since TZ4SP uses same identification plate with TZ4ST, the lamp does not work even though it has a EV2 output signal lamp.  
 ※There are no (▶, ▶▶)Key in TZ4H and TZN4H.  
 ※Control output indicator(OUT) does not work when it is used as current output type.

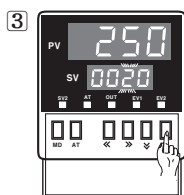
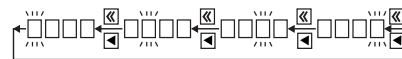
## ■How to set and change the setting value(SV)



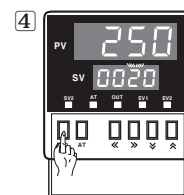
In case of changing the setting value at status of RUN, push ◀ (◀◀) key.  
 10° digit will flash at SV.



Push ◀ (◀◀) key, and then the flash will be shifted step by step.



Push ▼ (▼), ▲ (▲) at the flash digit, and then change the setting value.



Push MD key when the setting is completed. It will stop flashing, then return to **RUN** mode.

※Above explanations are the example of TZ4M. In case of TZ series. Use the Key in brackets for setting(changing). There are no ▶ (▶▶) Key in TZN4S, TZ4SP and TZ4ST. It is not used for setting or changing the setting value.

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/ Speed/ Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

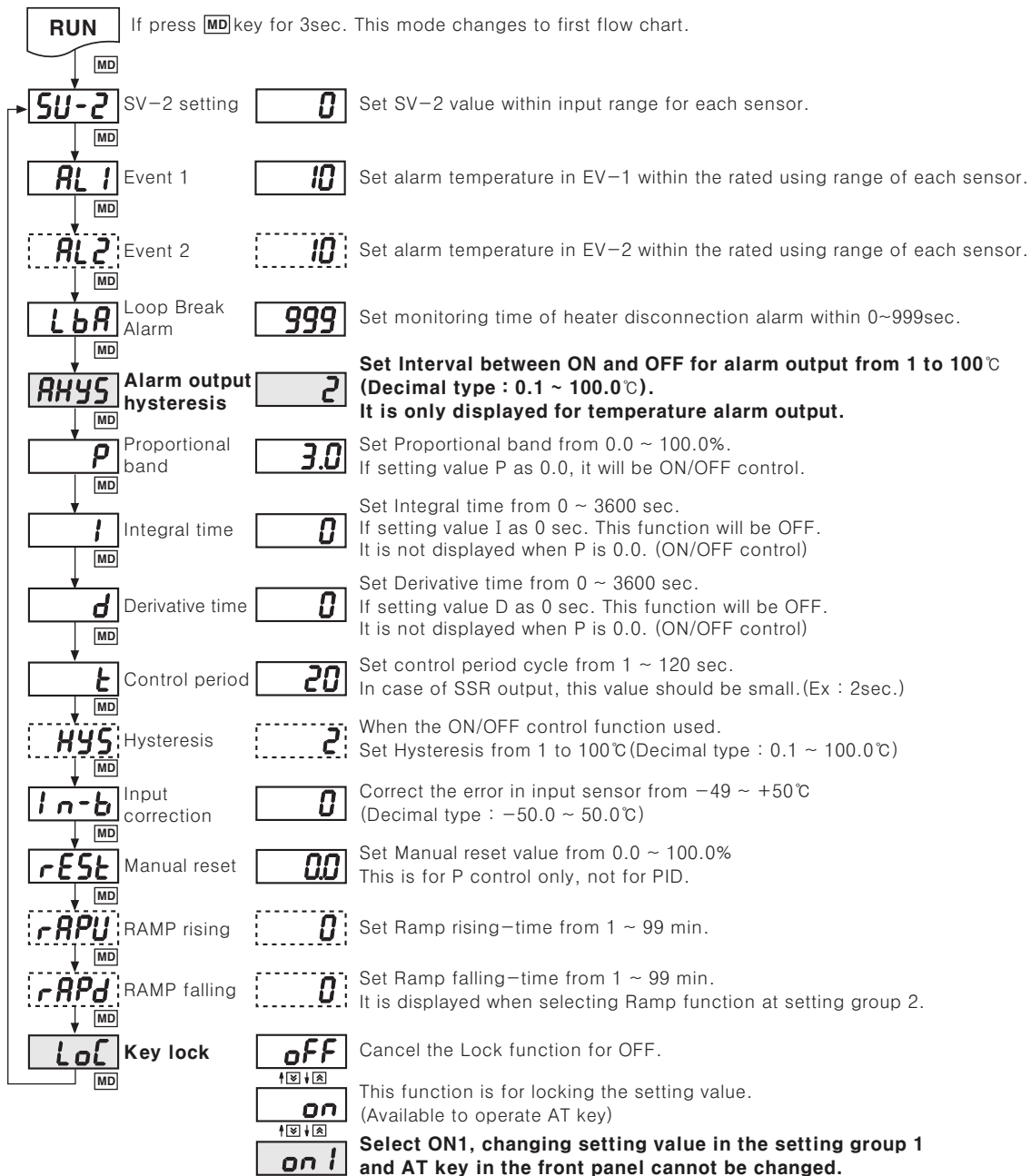
(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

# TZN/TZ Series

## Flow chart for setting group 1



※It will start to flash by pressing **◀**(◀) key and the flash will be moved by **◀**(◀◀), **▶**(▶▶) keys then set the value by **▲**(▲), **▼**(▼) keys. After that if pressing **MD** key the DATA will be changed then display next mode.

※It returns to RUN status in case of pressing **MD** key for 3sec. after setting all mode to change.

※If no key touched for 60sec., it will return to RUN mode automatically.

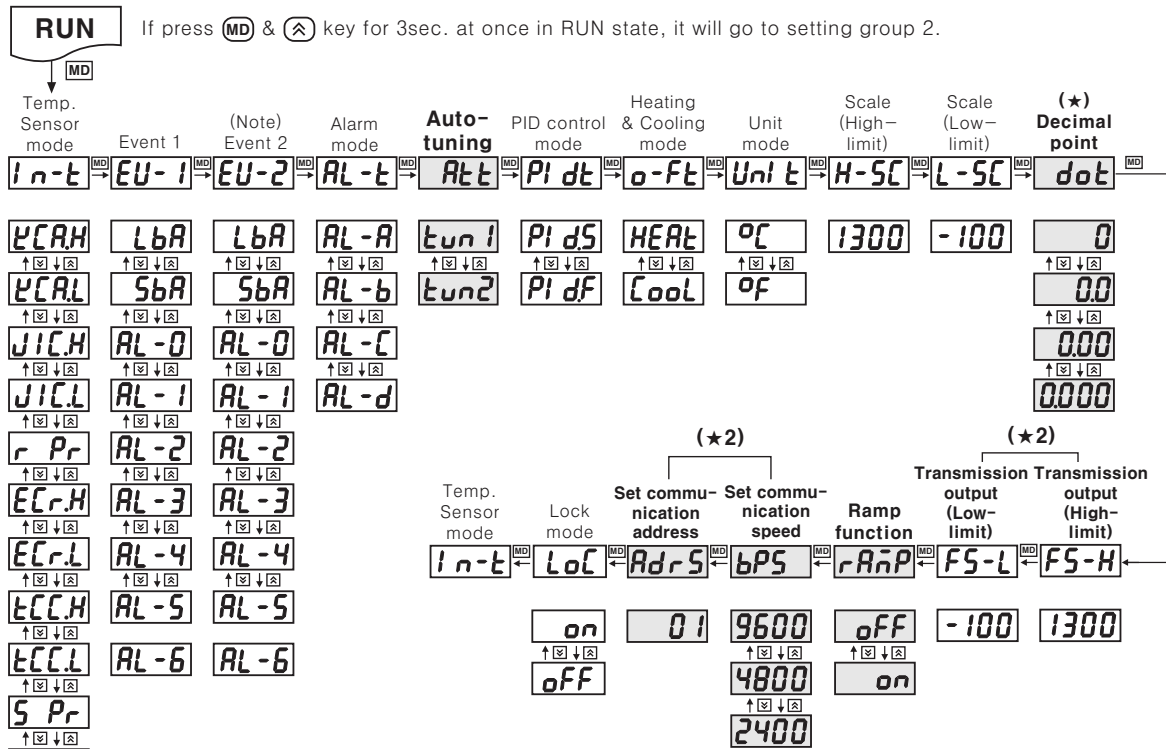
※If not to set related mode in setting group 2, **AL1, AL2, LbA, I, d, t, HYS, rEST, rAPU, rAPd** mode will disappear and then jump to next mode.

## Factory defaults(Setting group 1)

Mode	Setting value	Mode	Setting value	Mode	Setting value	Mode	Setting value
<b>SU-2</b>	0	<b>AHYS</b>	2	<b>t</b>	20	<b>rAPU</b>	10
<b>AL1</b>	10	<b>P</b>	3.0	<b>HYS</b>	2	<b>rAPd</b>	10
<b>AL2</b>	10	<b>I</b>	0	<b>In-b</b>	0	<b>LoC</b>	off
<b>LbA</b>	600	<b>d</b>	0	<b>rEST</b>	0.0		

# Dual PID Auto Tuning Controller

## Flow chart for setting group 2



<i>in-t</i>	Input sensor : Select from 19 type	<i>dot</i>	Select decimal point position for Analog input
<i>EU-1</i>	Event 1 : Select from 9 type	<i>FS-H</i>	Set the high-limit scale value when retransmission output is applied. (20mA)
<i>EU-2</i>	Event 2 : Select from 9 type	<i>FS-L</i>	Set the low-limit scale value when retransmission output is applied. (4mA)
<i>AL-t</i>	Alarm output : Select from 4 type	<i>rAnP</i>	Able to set ON and OFF of Ramp function.
<i>At.t</i>	<b>Auto-tuning : Selectable tun1 or tun2.</b>	<i>bPS</i>	Set communication speed
<i>PI d.t</i>	PID : Selectable PIDF or PIDS	<i>AdrS</i>	Set communication address
<i>o-F.t</i>	Selectable heat-function or cool-function	<i>LoC</i>	The data cannot be changed when the lock key is ON
<i>Uni.t</i>	Temperature unit: °C or °F		
<i>H-SC</i>	Set high-limit scale value(Include analog output)		
<i>L-SC</i>	Set low-limit scale value(Include analog output)		

\*It will start to flash by pressing **◀** (◀) key then select each mode by **▲** (▲), **▼** (▼) keys.

After that if press **MD** key, the DATA will be changed then display next mode.

\*It returns to RUN status in case of pressing **MD** key for 3 sec. after setting all mode to change.

\*If no key is touched for 60sec. in each mode, it will return to RUN mode automatically.

\*AL 1, AL 2, LbA, I, d, t, HyS, rEST, rAPU, rAPd modes are not displayed depending on the result of setting group 1. 2 and then jump to next mode.

\*"(**★1**)" is displayed only when input Sensor/Voltage/Current switch is voltage or current.

\*"(**★2**)" is displayed only for model with High/Low-limit of transmission output.

## Factory defaults(Setting group 2)

Mode	Setting value	Mode	Setting value	Mode	Setting value	Mode	Setting value
<i>in-t</i>	<i>PCAH</i>	<i>AL-t</i>	<i>AL-A</i>	<i>PI d.t</i>	<i>PI d.S</i>	<i>H-SC</i>	<i>1300</i>
<i>EU-1</i>	<i>AL-1</i>	<i>At.t</i>	<i>tun1</i>	<i>o-F.t</i>	<i>HEAt</i>	<i>L-SC</i>	<i>-100</i>
<i>EU-2</i>	<i>AL-2</i>	<i>rAnP</i>	<i>off</i>	<i>Uni.t</i>	<i>°C</i>	<i>LoC</i>	<i>off</i>

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/Speed/Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel







(P) Production stoppage models & replacement

# TZN/TZ Series

## Input range for the sensor

Input sensor		Display	Selectable temperature range(°C)	Selectable temperature range(°F)	
Thermocouple	K(CA) H	<b>℄CRH</b>	-100~1300°C	-148~2372°F	
	K(CA) L	<b>℄CAL</b>	-100.0~999.9°C	This mode cannot be used as °F	
	J(IC) H	<b>JICH</b>	0~800°C	32~1472°F	
	J(IC) L	<b>JICL</b>	0.0~800.0°C	This mode cannot be used as °F	
	R(PR)	<b>r Pr</b>	0~1700°C	32~3092°F	
	E(CR) H	<b>ECr.H</b>	0~800°C	32~1472°F	
	E(CR) L	<b>ECr.L</b>	0.0~800.0°C	This mode cannot be used as °F	
	T(CC) H	<b>tCC.H</b>	-200~400°C	-328~752°F	
	T(CC) L	<b>tCC.L</b>	-199.9~400.0°C	This mode cannot be used as °F	
	S(PR)	<b>S Pr</b>	0~1700°C	32~3092°F	
	N(NN)	<b>n nn</b>	0~1300°C	32~2372°F	
	W(TT)	<b>U t t</b>	0~2300°C	32~4172°F	
RTD	JIS standard	JPt H	<b>JPt.H</b>	0~500°C	32~932°F
		JPt L	<b>JPt.L</b>	-199.9~199.9°C	-199.9~391.8°F
	DIN standard	DPt H	<b>dPt.H</b>	0~500°C	32~932°F
		DPt L	<b>dPt.L</b>	-199.9~199.9°C	-199.9~391.8°F
Analog input	0~10VDC	<b>A - - 1</b>	-1999~9999°C	-1999~9999°F	
	1~5VDC	<b>A - - 2</b>	-1999~9999°C	-1999~9999°F	
	DC4~20mA	<b>A - - 3</b>	-1999~9999°C	-1999~9999°F	

## Selection switch for Input sensor/Voltage/Current

A) In case of thermocouple input <K(CA), J(IC), R(PR), E(CR), T(CC), S(PR), N(NN), W(TT)> In case of RTD input <DPtL, DPtH, JPtL, JPtH >				
<b>S/W1</b>			<b>S/W2</b>	
S/W1:1	1 1	mA V	S/W2:V	
B) In case of voltage input <1~5VDC, 0~10VDC>				
<b>S/W1</b>			<b>S/W2</b>	
S/W1:2	2 2	mA V	S/W2:V	
C) In case of current input <4~20mADC>				
<b>S/W1</b>			<b>S/W2</b>	
S/W1:2	2 2	mA V	S/W2:mA	

※ Factory specification of Input sensor/Voltage/Current conversion switch : Temperature sensor input.

※ Please select B) or C) according to input specification when it is voltage or current.

# Dual PID Auto Tuning Controller

## Alarm output function

This unit has output for control and sub(alarm) output. Sub output is optional. (This alarm output is relay contact(1a) and operates regardless of output for control.) Alarm output operates when the temperature of target is getting higher or lower than setting value.

- 1 alarm mode can be selected among 7 kinds of alarm mode at **EV-1(EV-2)** in the setting group 2.
- Since **EV-1** and **EV-2** operate separately, both **EV-1** and **EV-2** cannot be used as a high or low 2nd alarm operation.
- When selecting **LbA** or **SbA** function in **EV-1(EV-2)** of **EV-1**, alarm cannot be operated.
- Please note below "Operation chart for alarm output" & "Option of alarm output" for detailed operation and optional operation.

## Operation chart for alarm output

<b>AL-0</b>	—————	No alarm output.
<b>AL-1</b>	<p>※When set 10°C in AL 1 (AL 2) as deviation temperature</p>	<p>■ Deviation High-limit alarm</p> <p>If deviation between PV and SV is occurring higher than deviation of temperature setting value, the output will be ON. The deviation temperature is set in AL-1 or AL-2 of setting group 1.</p>
<b>AL-2</b>	<p>※When set 10°C in AL 1 (AL 2) as deviation temperature</p>	<p>■ Deviation Low-limit alarm</p> <p>If deviation between PV and SV is occurring lower than deviation of temperature setting value, the output will be ON. The deviation temperature is set in AL-1 or AL-2 of setting group 1.</p>
<b>AL-3</b>	<p>※When set 10°C in AL 1 (AL 2) as deviation temperature</p>	<p>■ Deviation High/Low-limit alarm</p> <p>If deviation between PV and SV is higher or lower than deviation of temperature setting value, the output will be ON. The deviation temperature is set in AL-1 or AL-2 of setting group 1.</p>
<b>AL-4</b>	<p>※When set 10°C in AL 1 (AL 2) as deviation temperature</p>	<p>■ Deviation High/Low-limit reverse alarm</p> <p>If deviation between PV and SV is higher or lower than deviation of temperature setting value, the output will be OFF. The deviation temperature is set in AL-1 or AL-2 of setting group 1.</p>
<b>AL-5</b>	<p>※When set 110°C in AL 1 (AL 2) as alarm temperature</p>	<p>■ The absolute value High-limit alarm</p> <p>If PV is equal or higher than alarm temperature setting value, the output will be ON. The alarm temperature is set in AL-1 or AL-2 of setting group 1.</p>
<b>AL-6</b>	<p>※When set 90°C in AL 1 (AL 2) as alarm temperature</p>	<p>■ The absolute value Low-limit alarm</p> <p>If PV is equal or lower than alarm temperature setting value, the output will be ON. The alarm temperature is set in AL-1 or AL-2 of setting group 1.</p>

※ "b" is interval between ON and OFF the setting range is 1 ~ 100°C (0.1 ~ 100.0°C) and can be set at "AH5" made in setting group 1.

## Alarm setting [AL-t]

Symbol	Operation name	Function
<b>AL-A</b>	General alarm	General alarm output without option.
<b>AL-b</b>	Latch function	When alarm output turns on once, the output will be ON continuously.
<b>AL-c</b>	Standby sequence function	It doesn't output at first operation. (When it reaches to first target value)
<b>AL-d</b>	Latch & Standby sequence function	It operates latch & Standby sequence function together.

(A)  
Counter

(B)  
Timer

(C)  
Temp.  
controller

(D)  
Power  
controller

(E)  
Panel  
meter

(F)  
Tacho/  
Speed/  
Pulse  
meter

(G)  
Display  
unit

(H)  
Sensor  
controller

(I)  
Switching  
power  
supply

(J)  
Proximity  
sensor

(K)  
Photo  
electric  
sensor

(L)  
Pressure  
sensor

(M)  
Rotary  
encoder

(N)  
Stepping  
motor &  
Driver &  
Controller

(O)  
Graphic  
panel

(P)  
Production  
stoppage  
models &  
replacement

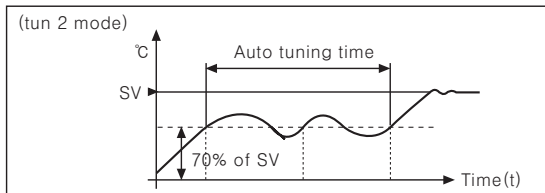
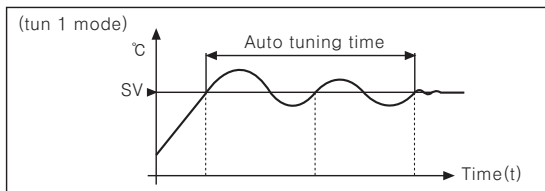
## ■Function

### ◎Auto tuning operation function

PID Auto tuning function automatically measures the thermal characteristics and response of the control system and then executes its value under high response & stability after calculating the time constant of PID required to control optimum temperature.

- Execute the Auto tuning function at initial time after connecting the controller & the sensor.
- Execution of Auto tuning is started when pressing AT key for 3sec. or more.
- When the Auto tuning is started, AT lamp will flash, and when the lamp is OFF, this operation will stop.
- While the Auto tuning function is executing, it is stopped by pressing AT key for 5sec. or more.
- When the power turns off or the stop signal is applied while Auto tuning function is executing, time constant of PID is not changed and it remembers the value before power turns off.
- Time constant of PID selected by Auto tuning function can be changed in setting group 1.

- It has two kinds of Auto tuning mode.  
Auto tuning operation is executed at setting value(SV) in Tun1 mode which is factory default. Auto tuning operation is executed at 70% of setting value(SV). Mode change is available in setting group 2.



- Execute the Auto tuning function again periodically, because the thermal characteristics for the control object can be changed when the controller is used continuously for a long time.

### ◎Sub output(Event) function

Sub output can execute as main control output and sub function as well. There is one sub output in this unit.

- This sub output is relay "1a" contact output.
- 1 mode can be selected among 7 kinds of alarm mode or LBA operated when the heater line is cut, SBA operated when the sensor line is cut.
- The Sub output can be latched ON or automatically reset depending on the alarm option mode selected.
- When the sensor line or the heater line is cut, SBA or LBA output turns on. This "Output on" status must be reset by turning the power off.

### ◎Sensor Break Alarm(SBA) function

This function causes the sub output to turn on when the sensor line is cut or open.

It can easy to check that the sensor line is cut or not by operating a buzzer by the relay contact.

- Set SBA mode at Event1 or Event2 mode in setting group 2.

### ◎Loop Break Alarm(LBA) function

LBA function is to diagnose an abnormal temperature of the control system. If the temperature of the control system is not changed within  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  during setting time of LBA, the LBA output will be ON.

Ex) When setting value(SV) is  $300^{\circ}\text{C}$ , process value(PV) is  $50^{\circ}\text{C}$ , this unit controls 100%.

In this time if there is no change of system temperature, it recognizes Heater is cut off then LBA output will be ON.

- LBA output can be selected at EV1 of the setting group 2.
- If LBA output is not selected at event output, it will not be displayed in setting group 1.
- Setting range of LBA output is 1 to 999sec.
- If thermal response of the control system is slow, LBA value should be set to a high value.
- LBA output operates when the manipulated value of the controller is 0% and 100%.
- In case the LBA output is ON, please check the following;
  - ①Short-circuit or cutting of the temp. sensor.
  - ②Abnormal condition of the equipment (Magnet, sub-relay, etc.)
  - ③Abnormal condition of the load (Heater, cooler)
  - ④Wrong-wiring or cutting of the other cables.
- Once SBA is ON due to broken sensor, it will not reset, although sensor is connected. In this case, turn off the power then turn on again.

### ◎Error display

If error is occurred while the controller is operating, it will be displayed as follow.

- "LLLL" is flashing when measured input temperature is lower than input range of the sensor.
- "HHHH" is flashing when measured input temperature is higher than input range of the sensor.
- "oPEn" is flashing when the input sensor is not connected or its wire is cut.

# Dual PID Auto Tuning Controller

## ◎ON/OFF control

ON/OFF control is called two position control because the output turns on when PV falls lower than SV and the output turns off when PV is higher than SV.

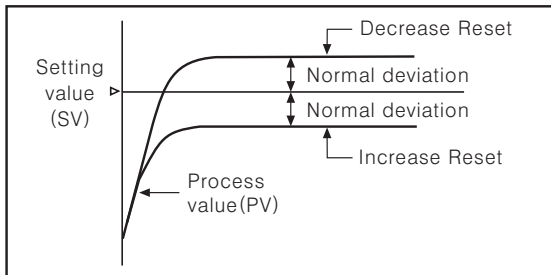
This control method is not only for controlling temperature, but also it is basic control method for sequence control.

- If you set value P as "00" in setting group 1, ON/OFF control will operate.
- There is a programmable temperature difference between ON and OFF in ON/OFF control, if difference is too small, then hunting (chattering) can occur. Temperature difference can be set in HyS position of setting group 1. Setting range is 1 to 100 (or 0.1 to 100.0).
- HyS mode is displayed when P value is "00", but HyS will not be displayed, and then jump if P value is not "00".
- This ON/OFF control should not be applied when equipment (Cooling compressor) to be controlled can be damaged by frequent ON and OFF.
- Even if ON/OFF control is stable status, the hunting can be occurred by setting value in HyS or capacity of the heater or response characteristic of the equipment to be controlled or installing position of the sensor. Please consider above points to minimize the hunting when designing the system.

## ◎Manual reset function

Proportional control has deviation because rising time is not same as falling time, even if the unit operates normally. Manual reset function is used at proportional control mode only.

- If set **rEST** function in setting group 1, the manual reset will run.
- When PV and SV is equal, Reset value is 50.0% and when control is stable, if the temperature is lower than SV, **rEST** value should be higher and on the other hand, reset value should be smaller.
- rEST** setting method according to result of control.



## ◎Dual PID control function

When controlling temperature, two types of control characteristic are available as below.

One is when you need to minimize the time which PV reaches to SV as like (Fig. 1). The other is when you need to minimize overshoot even though the reaching time (PV to SV) is slow (Fig. 2).

- There are high-speed response type and low-speed response type built in this unit. Therefore user can select each function according to their application.

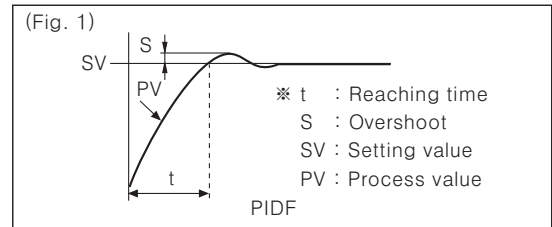
- You can select dual PID control function in setting group 2. It is selectable **PI dF** or **PI dS** in **PI dL** display.

### ●PI dF (High-speed response type)

This mode is applied to machines or systems which require high-speed response.

Ex) Machines which must be applied preliminary heat before it operates

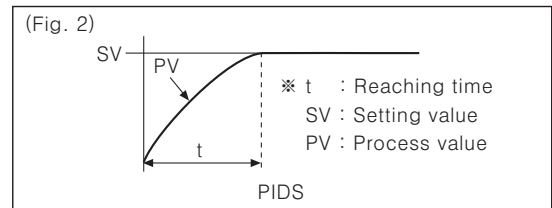
※Injection machine, an electric furnace, etc.



### ●PI dS (Low-speed response type)

It is PID Slow, used to minimize overshoot even though the response is slow.

For control temperature of oil, plating machine have a possibility of fire with overshoot, **PI dS** (Limit Over) should be used.



※Factory default setting is **PI dF**.

Please select mode according to control system.

## ◎RS485 communication function

It is used on the purpose that transmitting PV to an external equipment, setting SV at the external equipment.

- It can be set at bps, Adrs in second setting group
- Communication speed setting : 2400, 4800, 9600bps (Start bit1, Stop bit1, Non parity)
- Adrs setting : 1 ~ 99
- If the external equipment is a PC (Personal Computer) using Converter (SCM-38I) sold separately.

## ◎Decimal point (Dot) setting function

**Decimal point is displayed as "dot" in second setting group when the input is analog only. (0-10VDC, 1-5VDC, DC4-20mA)**

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/ Speed/ Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

# TZN/TZ Series

## ◎Cool/Heat function

Generally there are two ways to control temperature, one(Heat-function) is to heat when PV is getting down(Heater). The other(Cool-function) is to cool when PV is getting higher(Freezer).

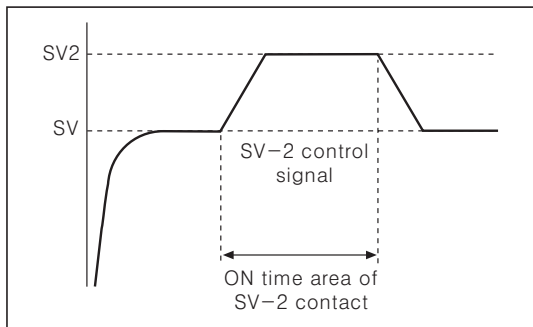
These functions are operating oppositely when it is ON/OFF control or proportional control.

But in this case PID time constant will be different due to PID time constant will be decided according to control system when it is PID control.

- Cool-function and heat-function can be set at "Setting group 2".
- Cool-function and heat-function must be set correctly according to the application, if set as opposite function, it may cause a fire.  
(If set cool-function at heater, even if temperature is getting high, it will be maintained ON and it may cause a fire.)
- Avoid changing heat-function to cool-function or cool-function to heat-function on the unit is operating.
- It is impossible to operate both function at once in this unit. Therefore, only one function should be selected only.
- Factory default setting is heat-function.

## ◎SV-2 function

If using SV-2 function, it changes the temperature of control system to the second setting value by external relay contact signal. It can change the setting value as sequentially by relay contact without key operation.



- It can set SV-2 at required time and particular area as like the above chart.
- SV-2 is in setting group 1.
- Application :  
The control system, which has to maintain constant temperature such as oven. If you open the door, temperature will go down.  
In this case, if you set the second setting value higher than setting value, temperature will rise fast. Therefore, after installing a micro-switch in order to detect the door Open/Close and connect it to SV-2(the second setting value should be higher than SV) then it controls temperature of oven efficiently.

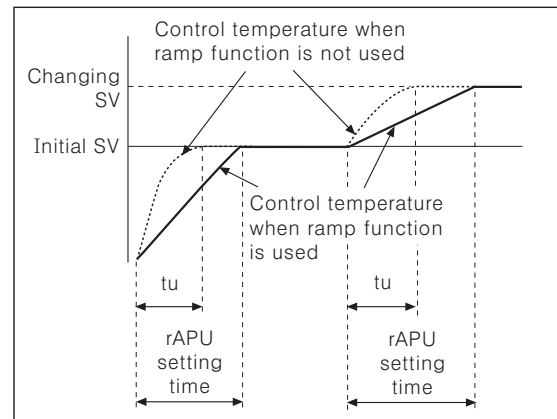
## ◎Ramp function

Ramp function is to delay the rising time or falling time of temperature. If you change setting value at stable state of control, it forces to rise or fall the temperature of control system during setting time at rAPU, rAPd in setting group 1.

**If rAMP is not ON in setting group 2, rAPu, rAPd will not be displayed in setting group 1.**

- Set rAMP is ON in setting group 2 for using Ramp function.
- Set the rising time and falling time at rAPU mode and rAPd mode of setting group 1.
- Ramp function will be operating when changing the set value at stable control status or supply the power again after the power was removed.
- The setting range of rising and falling time is 1~99 minute.

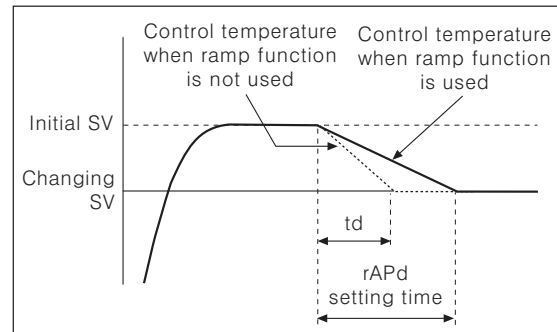
### ※rAPU function(Delay of rising time)



It makes delay rising temperature when change the set value at stable control control status or delay the initial rising temperature as like above picture.

Note) rAPU time cannot be shorter than rising time (tu) of temperature when Ramp function is not used.

### ※rAPd function(Delay of falling time)



It controls falling temperature as like above.

Note) rAPd time cannot be shorter than falling time (td) of temperature when Ramp function is not used.



# Dual PID Auto Tuning Controller

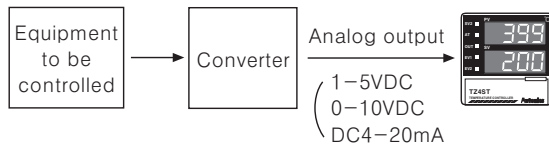
## ◎ Input correction(In-b) function

Input correction is to correct deviation occurred from temperature sensor such as thermocouples, RTD, Analogue sensor etc. If you check the deviation of every temperature sensor precisely, it can measure temperature accurately.

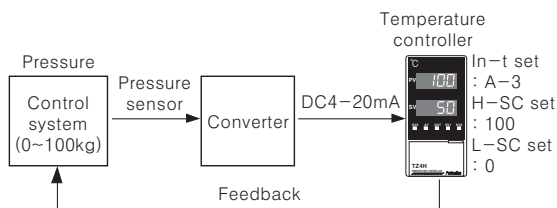
- Input revise can be set at "In-b" mode in setting group 1.
- Use this mode after measuring deviation occurred from temperature sensor exactly.  
Because if measured deviation value is not corrected, displayed temperature may be too high or too low.
- Setting range of input revise is  $-49 \sim +50^{\circ}\text{C}$  ( $-50.0 \sim +50.0^{\circ}\text{C}$ )
- When you set the Input revise value, you may need to record it, because it will be useful when performing maintenance.

## ◎ Analog input(A-1, A-2, A-3 mode)

- In case of measuring or controlling humidity & pressure, flux, etc, it uses the proper converter which is converting the measuring value to DC4-20mA or 1-5VDC or 0-10VDC.

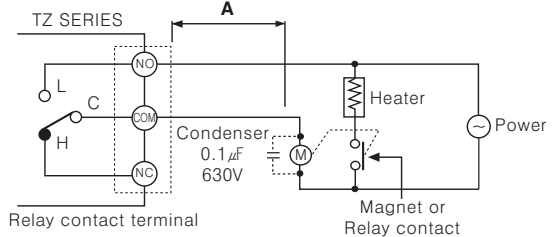


- In order to use the analog output of the converter as the controller input, select the input sensor, voltage/current converter switch built in the controller to be a same condition with analog output.  
(This should be operated in power-off status.)
- This unit has the mode for the converter built-in. Please select A-1(0-10VDC) or A-2(1-5VDC) or A-3(DC4-20mA) in selection mode of input in second setting group.
- Set the input value by High scale(H-SC) and Low scale(L-SC) mode.
- Please connect the analog output of the converter to the temperature sensor terminal of the controller. Please be cautious of the polarity.
- After the procedure, it is controlled same with temperature control.
- Ex) After the procedure, it is controlled same with temperature control.



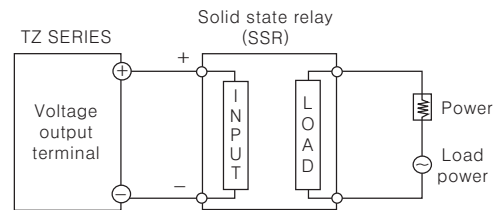
## ◎ Output connections

- Application of relay output type



Keep power relay as far away as possible from TZ/TZN series. If wires length of **A** is short, electromotive force occurred from a coil of magnet switch & power relay may flow in power line of the unit, it may cause malfunction. If wires length of **A** is short, please connect a mylar condenser 104(630V) across coil of the power relay "M" to protect electromotive force.

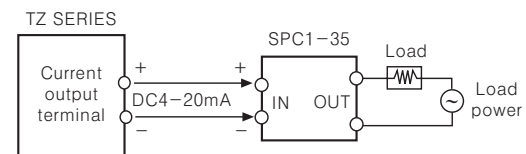
- Application of SSR output type



※ SSR should be selected by the capacity of load, otherwise, it may short-circuit and result in a fire. Indirect heated should be used with SSR for efficient working.

※ Please use a cooling plate or it may cause the capability deterioration, breakdown of SSR for a long usage.

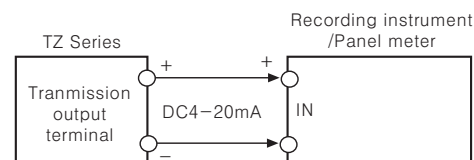
- Application of current output(DC4-20mA)



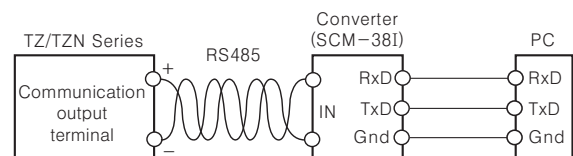
※ It is important to select SCR unit after checking the capacity of the load.

※ If the capacity is exceeded, it may cause a fire.

- Application of transmission output(DC4-20mA)



- Application of communication output(RS485)



(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/ Speed/ Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel

(P) Production stoppage models & replacement

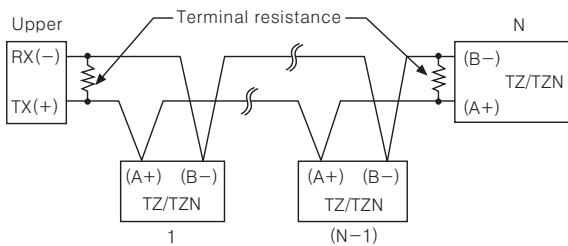
# TZN/TZ Series

## Communication output

### Interface

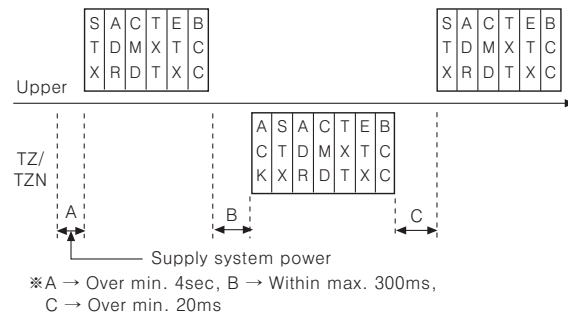
Standard	EIA RS485
Number of connections	32, It is available to set address 01~99.
Communication method	2 wire half duplex
Synchronous method	Asynchronous type
Communication distance	Within 1.2km
Communication speed	2400, 4800, 9600(Available to set)
Start bit	1bit(Fixed)
Stop bit	1bit(Fixed)
Parity bit	None
Data bit	8bit(Fixed)
Protocol	BCC

### System ordering



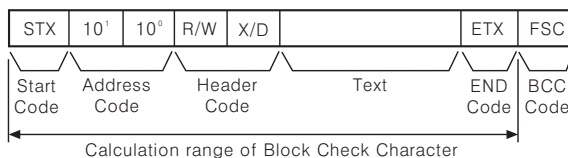
### Communication control ordering

- The communication control ordering of TZ/TZN series is exclusive proto-co.
- After 4sec. being supplied the power into upper system, then able to start communicating.
- Initial communication will be started by upper system. When Command signal comes out from upper system then TZ/TZN series will respond.



### Communication Command and Block

Format of Command and Response



#### ①Start code

It indicates the first of Block STX → [02H], in case of response, ACK will be added.

#### ②Address code

This code is upper system can discern TZ/TZN series and able to set within range of 01 to 99. (BCD ASCII)

#### ③Header code :

It indicates command as 2 alphabets as below.

RX(Read request) → R[52H], X[58H]

RD(Read response) → R[52H], D[44H]

WX(Write request) → W[57H], R[58H]

(Reservation at upper vision of TZ/TZN)

WD(Write response) → W[57H], D[44H]

(Reservation at upper vision of TZ/TZN)

#### ④Text :

It indicates the detail contents of Command /Response. (See command)

#### ⑤END code :

It indicates the end of Block. ETX → [03H]

#### ⑥BCC :

It indicates XOR operating value from the first to ETX of the protocol as abbreviation of TZ/TZN.

### Communication Command

#### ●Read[RX] of measurement/setting value : Address 01, Command RX

##### 1. Command(Upper)

###### ①Command

STX	0	1	R	X	P	0	ETX	FSC
Start	Address		Command head		P:Process value S:Setting value		End	BCC

##### ②Application : Address(01), Header code (RX), Current value (P)

STX	0	1	R	X	P	0	ETX	FSC
02H	30H	31H	52H	58H	50H	30H	03H	BCC

#### ●Write[WX] of setting value : Address 01, Command WX

##### 1. Command(Upper)

###### ①Command

STX	0	1	W	X	S	0	Symbol	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>	ETX	FSC
Start	Address		Command head		S:Setting value		Space/-	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>	End	BCC

##### ②Application : Address(01), Head Code (WX) setting value (S) +123

STX	0	1	W	X	S	0	Symbol	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>	ETX	FSC
02H	03H	31H	57H	58H	53H	30H	20H	30H	32H	33H	03H	BCC	

### Response

#### ●Read of process/Setting value

##### 1. In case of receiving normal process value :

The data is transmitted adding ACK[60H].

(In case process value is +123.4)

A C K	S T X	0	1	R	D	P	0	Symbol	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>	Decimal point	E T X	F S C
A C K	S T X	0	1	R	D	P	0	Space	0	1	2	3	1	E T X	B C C
06H	02H	30H	31H	52H	44H	50H	30H	20H	30H	31H	32H	33H	31H	03H	B C C

##### 2. In case process value is -100

A C K	S T X	0	1	R	D	P	0	-	0	1	0	0	0	E T X	B C C
06H	02H	30H	31H	52H	44H	50H	30H	20H	30H	31H	30H	30H	30H	03H	B C C

# Dual PID Auto Tuning Controller

## ●Write of setting value

In case setting value is -100

A C K	S T X	0	1	W	D	S	0	Symbol	10 <sup>3</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>0</sup>	E T X	F S C
A C K	S T X	0	1	W	D	S	0	-	0	1	0	0	E T X	B C C
06H	02H	30H	31H	57H	44H	53H	30H	2DH	30H	31H	30H	30H	03H	B C C

### ●Others : In case of no response of ACK

- ①When the address is not the same after receiving STX.
  - ②When receiving buffer overflow is occurred.
  - ③When the baud rate or others communication setting value are not the same.
- When there are no ACK response
- ①Check the status of lines
  - ②Check the communication condition(Setting value)
  - ③When assuming the problem is due to noise, try to operate communication 3 times more until recovery.
  - ④When occurred communication failure frequently, please adjust the communicating speed.

## ■Proper usage

### ◎Simple "error" diagnosis

- In case, the load (Heater etc) is not operated, please check operation of the out lamp located in front panel of the unit. If lamp does not operate, please check the parameter of all programmed mode. If lamp is operating, please check the output (Relay, Driving voltage of SSR, DC4-20mA current) after separating output line from the unit. But, the out lamp is not operated for DC4-20mA current output.
- When it displays "Open" during operation. This is a warning that external sensor is cut off. Please turn off power and check the state of sensor. If sensor is not cut off, disconnect sensor line from terminal block and +, - together. When you turn on power it can check room temperature. If this unit cannot indicate room temperature, this unit itself is faulty. Please remove this unit from equipment and service or replace. (When the input mode is thermocouple, it is available to indicate room temperature.)
- In case of indicating "Err0" in display This Error message is indicated in case of damaging inner chip program data by outer strong noise. In this case, please send the unit to our after service center after removing the unit from system. Noise protection is designed in this unit, but it does not stand up strong noise continuously. If bigger noise than specified(Max. 2kV) flows in the unit, it can be damaged.

## ■Caution for using

- Please use the terminal(M3.5, Max. 7.2mm) when connecting the AC power source.
- "△" mark indicated on the diagram of this unit means caution—refer to accompanying documents.
- In case of cleaning the unit, please keep as following Cautions;
  - ①Clean dust with a dry tissue.
  - ②Be sure to use alcohol to clean the unit, do not use acid, chromic acid, solvent, etc.
  - ③Be sure to clean the unit after turning off the power and then turn on the power after passing 30minute after cleaning.
- If this unit is used in a manner not to be specified by the manufacture, it can be injury to a person or damage to property.
- Be sure that metal dust and wire-dregs do not flow in the unit, because of malfunction damage of the unit or the cause of a fire.
- Service life for the relay of the unit is indicated in this manual, life cycle is different according to the load capacity and switching times, therefore please use the unit after checking the load capacity and switching times.
- Connect wires correctly after checking polarity of terminals.
- Do not use this unit as following place.
  - ①A place where dust, corrosive gas, oil, moisture are occurred.
  - ②A place where there are high humidity or freezing place.
  - ③A place where sunshine, radiant heat is occurred.
  - ④A place where vibration, shock is occurred.
- If the equipment is used in a manner not specified by the manufacture the protection provided by the equipment may be impaired.
- Please install power switch or circuit-breaker in order to cut power supply off.
- A switch or circuit-breaker meeting the relevant requirements of IEC947-1 and IEC947-3 shall be included in equipment when the temperature controller.
- The switch or circuit-breaker should be installed near by users.
- Do not use this product as Volt-meter or Ampere-meter, this is a temperature controller.
- Installation environment
  - ①It shall be used indoor
  - ②Altitude Max. 2000m
  - ③Pollution Degree 2
  - ④Installation Category II.
- If you want to change the input sensor, reset switches (SW1, SW2) according to each input specification after powe off. Turn on power and then set sensor mode by front keys at second flow chart. This SSR and current of this controller are insulate from internal power.
- Do not connect power line to sensor connecting part. The inner circuit may be damaged.

(A) Counter

(B) Timer

(C) Temp. controller

(D) Power controller

(E) Panel meter

(F) Tacho/ Speed/ Pulse meter

(G) Display unit

(H) Sensor controller

(I) Switching power supply

(J) Proximity sensor

(K) Photo electric sensor

(L) Pressure sensor

(M) Rotary encoder

(N) Stepping motor & Driver & Controller

(O) Graphic panel

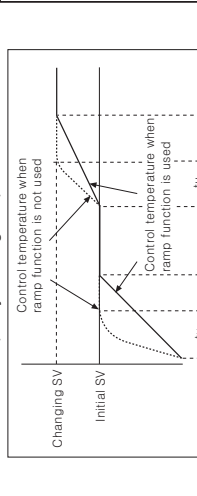
(P) Production stoppage models & replacement



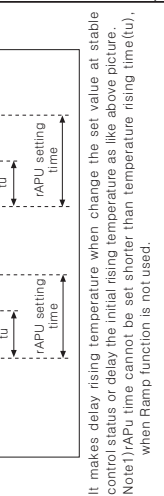
**Input correction(In-b) function**  
 Input revise is to correct deviation occurred from temperature sensor such as thermocouples, RTD, Analogue sensor etc.  
 If you check the deviation of every thermo sensor precisely, it can measure temperature accurately.  
 ● Input revise can be set at "First setting group".  
 ● Use this mode after measuring deviation occurred from temperature sensor exactly. Because if measured deviation value is not corrected, display temperature may be too high or too low.  
 ● Setting range of input revise is -49 to +50.0 (-50.0 to +50.0°C).  
 ● When you set the input revise value, you may need to record it, because it will be useful when performing maintenance.

**Ramp function**  
 Ramp function is to delay the rising time or falling time of temperature, if you change setting value at stable state of control, it forces to rise or fall the temperature of control system during setting time at rAPU, rAPD in first setting group. **If rAMP is not ON in second setting group, rAPU, rAPD will not be displayed in first setting group.**  
 ● Set rAMP is ON in second setting group for using Ramp function.  
 ● Set the falling time and rising time in rAPU and rAPD mode of first setting group.  
 ● Ramp function will be operating when changing the set value at stable control status or supply the power again after the power was removed.  
 \*rAPU function(Delay of rising time)

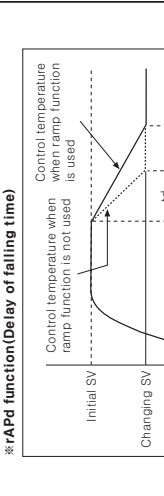
**Sub output(Event) function**  
 Sub output can execute as main control output and sub function as well. There is one sub output in this unit.  
 ● This sub output is relay "A" contact output.  
 ● 1 or 2 sub mode can be selected among 7 kinds of alarm mode or LBA operated when the heater line is cut, SBA operated when the sensor line is cut.  
 ● The sub output can be latched on or automatically reset depending on the alarm option mode selected.  
 ● When the sensor line or the heater line is cut, SBA or LBA output turns on. This "output on" status must be reset by turning the power off.  
 ● When using Alarm output it is able to change interval between ON and OFF within range of 1 to 100.0 (0.1 to 100.0°C).  
 Ex) When alarm set temperature is 200°C, the output turns on when PV increases from 100°C to 200°C. In the case, the output turns on at over 200°C; the output turns off at 198°C.  
 [Above Ex] is that it set the interval between ON and OFF as 2°C.]  
 ● Select function of Sub output in second setting group and set value of operation in first setting group.



**Alarm output**  
 This unit has output for control and sub(Alarm) output by option. (This alarm output is relay output and operates regardless to output for control.)  
 ● Alarm output operates when the temperature of target is getting higher or lower than setting value.  
 ● 1 alarm mode can be selected among 7 kinds of alarm mode at EV1, EV2 in the second setting group.  
 ● Please note below "Operation chart for alarm output" & "Option of alarm output" regard to detailed operation and optional operation.



**Operation chart for alarm output**  
 No alarm output  
 ● Deviation High-limit alarm: If deviation between PV and SV is occurring higher than deviation temperature setting value, the output will be ON. The deviation temperature is set in AL.1 or AL.2 of first setting group.  
 ● Deviation Low-limit alarm: If deviation between PV and SV is occurring lower than deviation temperature setting value, the output will be ON. The deviation temperature is set in AL.1 or AL.2 of first setting group.  
 ● Deviation High-Limit alarm: If deviation between PV and SV is higher or lower than deviation temperature setting value, the output will be ON. The deviation temperature is set in AL.1 or AL.2 of first setting group.  
 ● Deviation Low-Limit alarm: If deviation between PV and SV is higher or lower than deviation temperature setting value, the output will be OFF. The deviation temperature is set in AL.1 or AL.2 of first setting group.  
 ● The absolute value High-limit alarm: If PV is equal or higher than alarm temperature setting value, the output will be ON. The alarm temperature is set in AL.1 or AL.2 of first setting group.  
 ● The absolute value Low-limit alarm: If PV is equal or lower than alarm temperature setting value, the output will be ON. The alarm temperature is set in AL.1 or AL.2 of first setting group.  
 \*"b" is interval between ON and OFF the setting range is 1 to 100.0 (0.1 to 100.0°C) and can be set at "9995" mode in first setting group.



**Voltage pulse output(SSR)**  
 Voltage pulse output of control SSR unit installed in out of this unit. Generally the capacity of relay contact is limited. If the capacity of relay is getting bigger, the life cycle will be shortened by noise or spark.  
 ● SSR output is 12VDC and it can use max. 30mA for load.  
 ● Response speed of SSR is faster than relay cause of using semiconductor, it can proceed high speed control.  
 If set "1" shorter(1 to 2sec.), it will be good condition to control the target.  
 ● Radiation of semiconductor is very important in SSR.  
 Therefore it is likely use 80% of rated of SSR and if SSR is damaged, it may result in a fire.

**Current output(4-20mADC)**  
 This output, called analogue output is to control the transducer(SCR unit), it can proceed stable control because there is no a sudden change.  
 It outputs 4-20mADC, manipulated value is 100% at 20mADC, 0% at 4mADC.  
 ● It is used with transducer and can not be used as the other application.  
 ● This output operates through inner separated a constant current-circuit. Therefore current output is not changed even if the resistive load is connected in outside, but if resistive load is too high(over 600Ω), the current can be changed. (Please use the resistive load less than 600Ω.)  
 ● Do not use a current output in case of using ON/OFF control.  
 ● When current output is used, it is changing as analogue form, the manipulated value can rarely be 100% or 0%.  
 Therefore LBA function is not used.  
 ● Front OUT lamp does not operate in case of using a current output.

**Retransmission output(4-20mADC)**  
 Retransmission output is different with current output of control output and to retransmit current(4 to 20mADC) converting the measuring temperature to the recorder, PC, etc.  
 But this current output can not use at over 600Ω resistive load.  
 ● Mode of retransmission output is selected at FS-H, FS-L in the second flow chart.  
 ● When PV reach at value of FS-L, it output 4mA.  
 ● When PV reach at value of FS-H, it output 20mA.  
 ● 4 to 20mADC is design as resolution of min. 16,000 divisions.

**RS485 communication function**  
 It is used on the purpose that transmitting PV to an external equipment, setting SV at the external equipment.  
 ● It can be set at bps, Adrs in second setting group.  
 ● bps Adrs setting : 2400, 4800, 9600(Start bit1, Stop bit1, Non parity)  
 ● Adrs setting : 1 to 99  
 ● Compatible PLC : LG, Mitsubishi, CIMON etc.

**Decimal point(Dot) setting function**  
 Decimal point is displayed as "dot" in second setting group when the input is only analog(0-10VDC, 1-5VDC, 4-20mADC).

**Cool/Heat function**  
 Generally there are two ways to control temperature, one(Heat-function) is to heat when PV is getting down(Heater). The other(Cool-function) is to cool when PV is getting high(Refrigerator).  
 These functions are operating oppositely when it is ON/OFF control or proportional control.  
 But in this case PID time constant will be different due to PID time constant will be decided according to control system when it is PID control.  
 ● Cool-function and heat-function can be set at "b-F" mode in second setting group.  
 ● Cool-function and heat-function must be set correctly according to the application, if set as opposite function, it may cause a fire.  
 (If set cool-function at heater, even if temperature is getting high, it will be maintained ON and it may cause a fire.)  
 ● Avoid changing heat-function to cool-function or cool-function to heat-function on the unit is operating.  
 ● It is impossible to operate both functions at once in this unit.  
 Therefore one function should be selected only.

**Alarm option setting**

Symbol	Operation name	Function
AL-a	General alarm	No optional alarm output.
AL-b	Latch function	When alarm output turns on once, the output will be ON continuously.
AL-c	Standby sequency function	It doesn't output at first operation. (When it reaches to first object value)
AL-d	Latch & Standby sequency function	It operates latch & Standby sequency function together.

**Loop break alarm(LBA)**  
 LBA function is to diagnose an abnormal temperature of the control system. If the temperature of the control system is not changed within ±2°C during setting time of LBA, the LBA output will be ON.  
 Ex) When setting value(SV) is 300°C, processing value(PV) is 50°C, this unit controls 100%. In this time if there is no change of system temperature, it recognizes Heater is cut off then LBA output will be ON.  
 ● LBA output can be selected at EV-1, EV-2 of the second setting group.  
 ● If LBA output is not selected at event output, it will not be displayed.  
 ● Setting range of LBA output is 1 to 999sec.  
 ● If thermal response of the control system is slow, LBA value should be set to a high value.

● LBA output only operates when the manipulated value of the controller is 0% and 100% so, LBA cannot be used when it is Current output.  
 ● In case the LBA output is ON, please check the following :  
 ① Short-circuit or cutting of the temp. sensor.  
 ② Abnormal condition of the equipment(Conductor, sub-relay, etc.)  
 ③ Abnormal condition of the load(Heater, cooler)  
 ④ Wrong-wiring or cutting of the other cables.  
 ● Once LBA is ON due to broken sensor, it will not output.  
 ● Although connect sensor again.  
 ● In this case, turn off the power then turn on again.  
 ● The output of LBA function is EV-1 and EV-2 output.  
 ● If you use LBA function, SBA and alarm operation function cannot be used.

**Sensor break alarm(SBA)**  
 This function causes the sub output to turn on when the sensor line is cut or open.  
 It can easily check that the sensor line is cut or not by operating a buzzer using the relay contact.  
 ● Set SBA mode at EV-1 or EV-2 mode in second setting group.  
 ● If intend to use SBA function, LBA and alarm operation function cannot be used.  
 ● The output of SBA function is EV 1 and EV 2 output.

**Error display**  
 If error is occurred while the controller is operating, it will be displayed as follow.  
 ● "LLLL" is flickering when measured input temperature is lower than input range of the sensor.  
 ● "HHHH" is flickering when measured input temperature is higher than input range of the sensor.  
 ● "oPEn" is flickering when the input sensor is not connected or its wire is cut.

### Flow chart for second setting group

If press **MD** & **SV** key for 3sec. at once in RUN state, it will go to second setting group.

Temp. mode	Alarm mode	Auto-tuning mode	Heating mode	Unit	Scale	Remission point	Transmission point	Ramp speed	Set common address	Lock mode
<b>IN-1</b>	<b>AL-1</b>	<b>AL-E</b>	<b>PL-1</b>	<b>OC</b>	<b>1300</b>	<b>FS-H</b>	<b>FS-L</b>	<b>APS</b>	<b>RS485</b>	<b>LoC</b>
<b>IN-2</b>	<b>AL-2</b>	<b>AL-E</b>	<b>PL-2</b>	<b>OC</b>	<b>1300</b>	<b>FS-H</b>	<b>FS-L</b>	<b>APS</b>	<b>RS485</b>	<b>LoC</b>
<b>IN-3</b>	<b>AL-3</b>	<b>AL-E</b>	<b>PL-3</b>	<b>OC</b>	<b>1300</b>	<b>FS-H</b>	<b>FS-L</b>	<b>APS</b>	<b>RS485</b>	<b>LoC</b>
<b>IN-4</b>	<b>AL-4</b>	<b>AL-E</b>	<b>PL-4</b>	<b>OC</b>	<b>1300</b>	<b>FS-H</b>	<b>FS-L</b>	<b>APS</b>	<b>RS485</b>	<b>LoC</b>
<b>IN-5</b>	<b>AL-5</b>	<b>AL-E</b>	<b>PL-5</b>	<b>OC</b>	<b>1300</b>	<b>FS-H</b>	<b>FS-L</b>	<b>APS</b>	<b>RS485</b>	<b>LoC</b>
<b>IN-6</b>	<b>AL-6</b>	<b>AL-E</b>	<b>PL-6</b>	<b>OC</b>	<b>1300</b>	<b>FS-H</b>	<b>FS-L</b>	<b>APS</b>	<b>RS485</b>	<b>LoC</b>

(Note) (★) Remission point (high-limit) (Low-limit) function speed address Lock mode

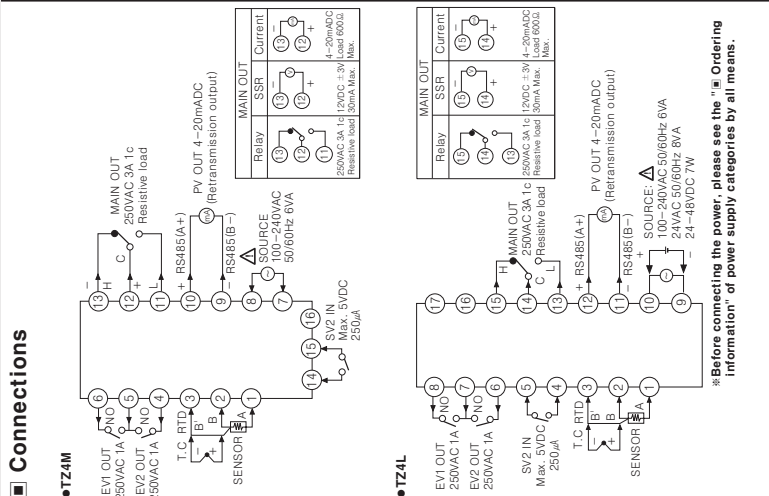
(Note) (★) Transmission point (high-limit) (Low-limit) function speed address Lock mode

### Flow chart for first setting group

If press **MD** key for 3sec. This mode changes to second flow chart.

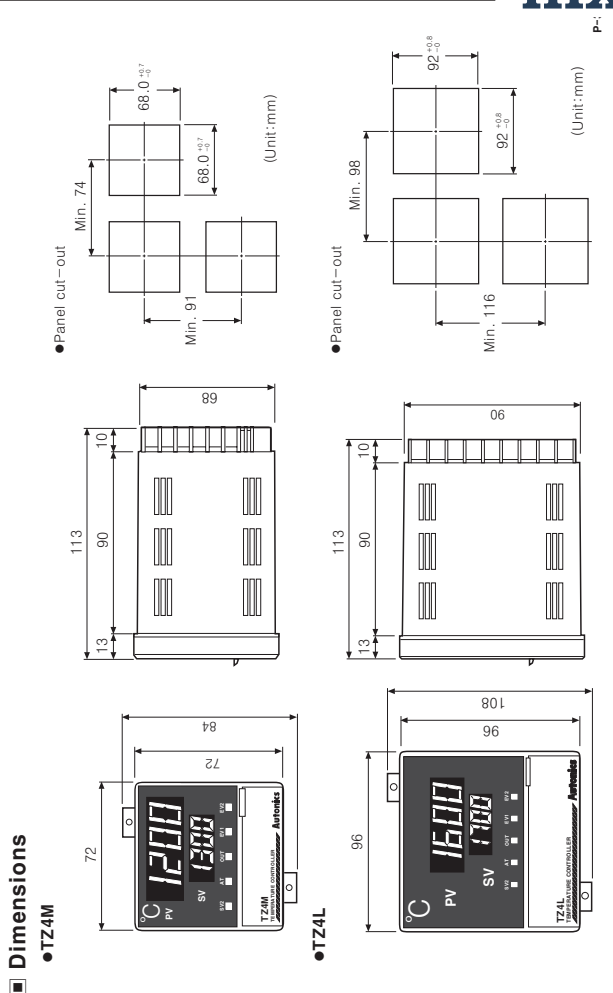
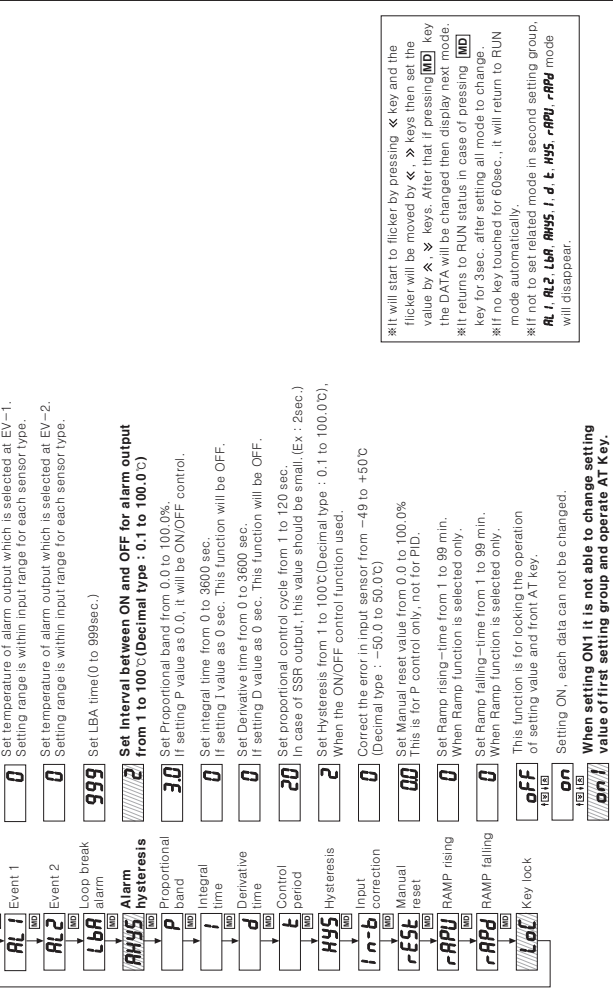
<b>SV-2</b> setting	Set SV-2 value within input range for each sensor.
<b>AL-1</b> Event 1	Set temperature of alarm output which is selected at EV-1.
<b>AL-2</b> Event 2	Set temperature of alarm output which is selected at EV-2.
<b>LbA</b> Loop break alarm	Set LBA time(0 to 999sec.)
<b>ALHYS</b> Alarm hysteresis	Set interval between ON and OFF for alarm output from 1 to 100.0°C (Decimal type : 0.1 to 100.0°C)
<b>P</b> Proportional band	Set Proportional band from 0.0 to 100.0%. If setting P value as 0.0, it will be ON/OFF control.
<b>I</b> Integral time	Set integral time from 0 to 3600 sec. If setting I value as 0 sec. This function will be OFF.
<b>D</b> Derivative time	Set Derivative time from 0 to 3600 sec. If setting D value as 0 sec. This function will be OFF.
<b>E</b> Control period	Set proportional control cycle from 1 to 120 sec. in case of SSR output, this value should be small. (Ex : 2sec.)
<b>HYS</b> Hysteresis	Set Hysteresis from 1 to 100.0°C (Decimal type : 0.1 to 100.0°C). When the ON/OFF control function used.
<b>IN-b</b> Input correction	Correct the error in input sensor from -49 to +50°C (Decimal type : -50.0 to 50.0°C)
<b>rESE</b> Manual reset	Set Manual reset value from 0.0 to 100.0%. This is for P control only, not for PID.
<b>rAPU</b> RAMP rising	Set Ramp rising-time from 1 to 99 min. When Ramp function is selected only.
<b>rAPD</b> RAMP falling	Set Ramp falling-time from 1 to 99 min. When Ramp function is selected only.
<b>LoL</b> Key lock	This function is for locking the operation of setting value and from AT key. If not to set related mode in second setting group, will disappear.

(Note) (★) When setting ON, each data can not be changed. When setting ON, it is not able to change setting value of first setting group and operate AT key.



### How to change the set value

- In case of changing the set value at status of RUN, press **MD** key. 10<sup>th</sup> digit will flash at SV.
- Press **MD** key, and then the flicker will be shifted step by step.
- Press **SV** or **▲** at the flicker digit, and then change the set value.
- Press **MD** key when the setting is completed. It will stop flickering, then return to RUN mode.



**Factory defaults**

● First setting group

Mode	Set value	Mode	Set value
1 n-t	YCRH	PI dL	PI dS
EU-1	AL-1	o-Ft	HEAt
EU-2	AL-2	UnIt	oC
AL-t	AL-A	H-SC	1300
ALt	tun1	L-SC	-100
rAnP	off	LoC	off

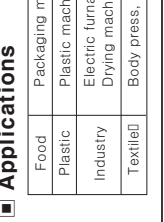
● Second setting group

Mode	Set value	Mode	Set value
SU-2	0	t	20
AL1	10	HYS	2
AL2	10	1 n-b	0
LbA	600	rESL	00
AHYS	2	rAPU	10
P	3.0	rAPd	10
d	0	LoC	off

**Applications**

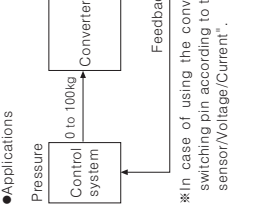
Food	Packaging machinery, Banning machinery
Plastic	Plastic machinery, Film making system, etc.
Industry	Electric furnace, Auto soldering machine, Drying machine, etc.]]
Textile[]	Body press, Sizing machine

**Analog input**

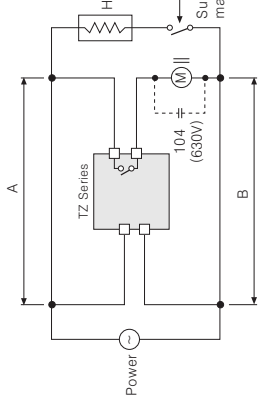


- This unit has the mode for the converter built-in. Please select A=10-10VDC or A=21-5VDC or A=3 (4-20mAADC) in selection mode of input in second setting group.
- Set the input value by H-SC and L-SC mode.
- The other operation function after doing that is same as controlling the temperature.

**Applications**

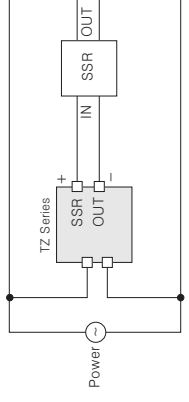


**Application of relay output type**



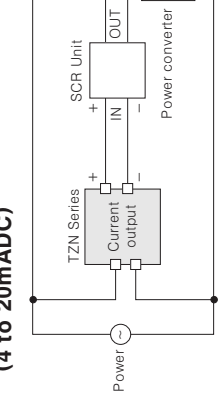
- Caution for wiring.
  1. Keep power relay as far away as possible from TZ series. If wires length of A or B part is short, electromotive force occurred from a coil of magnet switch & power relay may flow in power line of the unit, it may cause malfunction.
  2. If wires length of A or B part is short, please connect a condenser 104(630V) across coil "C" of the power relay to protect electromotive force.

**Application of SSR output type**



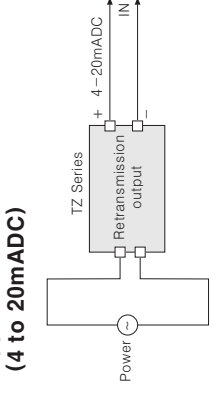
- Caution for using SSR
  1. SSR should be selected by the capacity of load, otherwise, it may short-circuit and result in a fire.
  2. Indirect heated should be used with SSR for efficient working.

**Application of current output (4 to 20mAADC)**

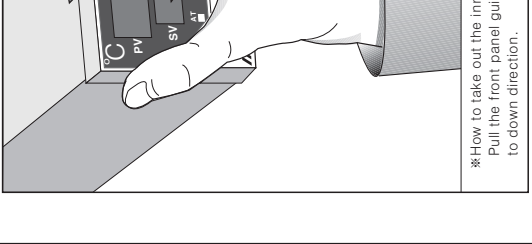


- It is important to select SCR unit after checking the capacity of the load.
- If the capacity is exceeded, it may cause a fire.

**Application of Retransmission output (4 to 20mAADC)**



**Case detachment**



\*How to take out the inner body from the case :  
Pull the front panel guide to forward on pushing it to down direction.

**Simple "error" diagnosis**

1. When it displays "Open" during operation. This is a warning that external sensor is cut off. Please turn off power and check the state of sensor. If sensor is not cut off, disconnect sensor line from terminal block and "+, -" together. When you turn on power it can check room temperature. If this unit cannot indicate room temperature, this unit itself is faulty. Please remove this unit from equipment and service or replace. [When input mode is sensor input mode(thermocouple) only, it can indicate room temperature.]

**2. In case of not operating the output (the heater).**

Please check operation of the Out lamp located in front panel of the unit. If lamp does not operate, please check the parameter of all programmed mode. If lamp is operating, please check the output (relay, operating voltage for SSR, current output) after separating output line from the unit.

**3. In case of indicating "ErrD" in display.**

This Error message is indicated in case of damaging inner chip program data by outer strong noise. In this case, please send the unit to our after service center after removing the unit from system. Noise protection is designed in this unit, but it does not stand up strong noise continuously. If bigger noise than specified (Max. 2kV) flows in the unit, it can be damaged.

**Caution for using**

1. Installation environment
  - ① It shall be used indoor
  - ② Altitude Max. 2000m
  - ③ Pollution Degree 2
  - ④ Installation Category II.
2. Please use the terminal(M3.5, Max. 7.2mm) when connect the AC power source.
3. Please use separated line from high voltage line or power line in order to avoid inductive noise.
4. Please install power switch or circuit-breaker in order to cut power supply off.
5. The switch or circuit-breaker should be installed near by users.
6. Do not use this product as Volt-meter or Ampere-meter, this is a temperature controller.
7. Be sure to use compensating wire when extending wire from controller to thermocouple, otherwise a temperature deviation will occur at the point where wires are connected to each other.
8. In case of using RTD sensor, 3wires type must be used. If you need to extend the line, 3wires must be used with the same resistance as the line. It might cause the deviation of temperature if the resistance of line is different.
9. In case of making power line and input signal line close, line filter for noise protection should be installed at power line and input signal line should be shielded.
10. Keep away from the high frequency instruments. (High frequency welding machine & sewing machine, big capacitive SCR controller)
11. If you want to change the input sensor, reset switches (SW1, SW2) according to each input specification after power off. Turn on power and then set sensor mode by front keys at second flow chart.
12. In case of changing input sensor, after change it according to SW1, SW2 inside of the unit, select changed sensor with key operation when power on.
13. Do not connect power line to terminals of TZ4M No. 1, 2, 3, 4, 5, 6(Terminal No. 1, 2, 3 : Sensor connection, Terminal No. 4, 5, 6 : EV-1, EV-2) and TZ4L No. 1, 2, 3, 6, 7, 8(Terminal No. 1, 2, 3 : Sensor connection, Terminal No. 6, 7, 8 : EV1, EV2)

**It may cause malfunction if above instructions are not followed.**

**Main products**

- COUNTER
- TIMER
- TEMPERATURE CONTROLLER
- PANEL METER
- TACH/LINE SPEED/ PULSE METER
- UNIVERSAL SENSOR
- PHOTOELECTRIC SENSOR
- FIBER OPTIC SENSOR
- PRESSURE SENSOR
- ROTARY ENCODER
- SENSOR CONTROLLER
- POWER CONTROLLER
- MOTOR DRIVER & CONTROLLER
- LASER MARKING SYSTEM (CO<sub>2</sub>, Nd:YAG)

**Autonics Corporation**

41-5, Yongdang-ri, Ulsang-eup, Yangsan-si  
KANGWON-DO, KOREA  
INTERNATIONAL SALES  
512 Ansanng Bld. 410-13, Shinidomri-dong,  
Guro-gu, Seoul, Korea 152-070  
TEL:82-2-2679-6585 / FAX:82-2-2679-6556  
E-mail : sales@autonics.net

# SOLID STATE RELAYS



250VAC  
480VAC



660VAC

**KS A B C AC8**

<b>CONTROL SIGNAL</b>	<b>OUTPUT CURRENT (RMS)</b>
<b>A</b> - 50-250VAC	<b>10</b> - 10 AMPS
<b>D</b> - 4-32VDC	<b>15</b> - 15 AMPS
<b>C</b> - 4-20mADC (Time Proportional)	<b>25</b> - 25 AMPS
	<b>40</b> - 40 AMPS
	<b>75</b> - 40 AMPS
	<b>100</b> -100 AMPS
<b>LOAD VOLTAGE</b>	
<b>2</b> - 50-250VAC	
<b>4</b> - 75-480VAC	
<b>6</b> - 75-660VAC	

- LED POWER INDICATOR
- OUTPUTS :  
50-250VAC, 75-480VAC, 90-660VAC
- INPUTS - 4-32VDC, 90-280VAC
- ZERO CROSS SWITCHING
- UL, cUL RECOGNIZED
- TOUCH SAFE TERMINAL COVER

	KSD2xxAC8	KSD4xxAC8	KSD6xxAC8	KSA2xxAC8	KSA4xxAC8	KSA6xxAC8
<b>INPUT RATINGS</b>						
Control Voltage	4-32VDC	4-32VDC	4-32VDC	50-250VAC	50-250VAC	50-250VAC
Input Current (Max)	12mADC	12mADC	12mADC			
Input Resistance				11kOHM	11kOHM	11kOHM
<b>OUTPUT RATINGS</b>						
Output Current (RMS)	25, 40, 75, 100A	25, 40 A	25, 40, 75, 100A	25, 40, 75, 100A	25, 40 A	25, 40, 75, 100A
Output Current (min)	50mA	50mA	50mA	50mA	50mA	50mA
Output Leakage Current (max)	7mA	14mA	14mA	8mA	16mA	16mA
Output Load Voltage	50-280VAC	75-480VAC	75-660VAC	50-280VAC	75-480VAC	75-660VAC
Isolation Voltage (in/out)	4000V	4000V	4000V	4000V	4000V	4000V
Turn-off time (max)	8.3mS	8.3mS	8.3mS	8.3mS	8.3mS	8.3mS
Turn-on time (max)	8.3mS	8.3mS	8.3mS	8.3mS	8.3mS	8.3mS

## CUSTOM SOLID STATE RELAYS



- UP TO 1000 AMPS, 600V, 3P
- ZERO CROSS, PHASE-ANGLE FIRED
- CURRENT LIMITING
- SOFT START
- CONTROL SIGNALS :  
4-20mA, 0-5VDC, 4-32VDC, 120/240VAC





# Prototipo de incubadora neonatal

Laura Restrepo Pérez<sup>1,ψ</sup>, Natalia Durango Londoño<sup>1</sup>, Nicolás Gómez Suárez<sup>1</sup>,  
Felipe González Ramírez<sup>1</sup>, Nadia Rivera Bonilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería Biomédica EIA-CES, Línea de Bioinstrumentación, Señales e Imágenes Médicas

Recibido 14 de junio de 2006. Aceptado 10 de Diciembre de 2006.

---

**Resumen**— Las incubadoras neonatales proporcionan un entorno controlado para recién nacidos que necesitan cuidados especiales. Este prototipo ha sido diseñado para cubrir las necesidades mínimas en los hospitales, de modo que el personal médico pueda controlar el entorno del neonato.

Este artículo reporta el diseño y construcción de un prototipo que incluyó una investigación con el fin de seleccionar y construir los elementos del prototipo: chasis, cúpula, portacolchón y una fuente de poder. Dentro de la incubadora se dispusieron sensores de temperatura, luminosidad, ruido, humedad y una alarma de apertura de la puerta; todos con el fin de garantizar el buen estado de salud del neonato. Con estos elementos, se pudo obtener un prototipo funcional, que se convierte en un primer paso para el desarrollo de incubadoras neonatales con tecnología apropiada.

**Palabras clave**— Incubadora neonatal, Cúpula, Fuente de poder dual, Protección al neonato.

**Abstract**— Newborn and premature infants incubators provide a controlled environment for infants which need special care. The constructed prototype has the potential to cover the minimal needs in a hospital, in a way that medical staff may control the newborn environment.

This article reports the design and construction of the prototype included research for selecting and building the elements of the prototype: the chassis, hood, mattress case, and a power source. Different transducers were included in the incubator for measuring temperature, luminosity, noise, humidity, and a door alarm. The purpose of these was to guaranty the proper conditions for the newborn. The constructed prototype is fully functional and constitutes a first step for building newborn incubators with appropriated technology.

**Keywords**— Newborn incubator, Hood, Dual power source, Newborn welfare.

---

## I. INTRODUCCIÓN

Una incubadora neonatal es un dispositivo médico utilizado principalmente para generar un ambiente en el que se controlan diferentes variables importantes para el desarrollo de los recién nacidos [1, 2].

La necesidad de las incubadoras neonatales surgió debido a los constantes partos de bebés prematuros, los cuales, sin un medio adecuado que simule el vientre de su madre, corren el riesgo de no morir [1-3].

Inicialmente, las incubadoras sólo suplían necesidades básicas de los neonatos, mediante el control de variables

como temperatura, humedad y luminosidad. Su diseño era sencillo, aunque su manejo era complejo para el personal médico, lo cual implicaba mucha atención y un constante chequeo. Debido a que la incubadora se convirtió en el medio principal para la atención de neonatos, surgió una gran demanda por ésta en el sector salud.

Gradualmente, se ha trabajado en pro de mejorar aspectos como el diseño, la seguridad, el control preciso de variables, entre otros; por esto durante los últimos años la Ingeniería Biomédica se ha enfocado en el desarrollo de tecnología para estas incubadoras, de modo que cada recién nacido tenga más posibilidades de sobrevivir y su desarrollo

ψ Dirección para correspondencia: bmlares@eia.edu.co

sea óptimo, a la vez que se posibilite al personal asistencial un manejo relativamente sencillo de las variables médicas. Esto se ve reflejado en el gran número de prototipos de incubadoras neonatales con ideas de diseño y control innovadoras que han realizado diferentes grupos de investigación [1-3].

En la actualidad, se pueden encontrar incubadoras neonatales en prácticamente todos los hospitales y clínicas; éstas son cada vez más seguras y fáciles de controlar por el personal médico.

Cada uno de los componentes mecánicos y físicos que forman la incubadora, así como los sensores que miden las diferentes variables, deben estar sincronizados y en perfecto funcionamiento para que el microambiente del neonato no se altere.

Dos componentes fundamentales de una incubadora neonatal son la cúpula y el chasis. La cúpula es esencial para mantener los medios necesarios para el neonato. Por su parte, el chasis contiene la fuente de poder y los sensores que alertan en caso de falla, para la protección del neonato.

La cubierta o cúpula es la responsable de aislar al bebé y crear una barrera entre el ambiente externo y el microambiente generado por la incubadora; esto significa que lo protege de situaciones como corrientes de aire, bajas temperaturas, entre otros.

La cubierta debe cumplir ciertas características especiales; debe permitir la visibilidad del bebé y estar hecha de un material que no reaccione con el oxígeno, para evitar la corrosión en casos donde sea necesaria la oxigenoterapia.

Generalmente se utiliza un material acrílico que contiene cierto porcentaje de polipropileno y otros polímeros, y tiene aproximadamente 6mm de grosor, suficientes para aislar el ambiente externo del microambiente de la incubadora.

Las medidas estándares de una incubadora son 90cm de largo, 40cm de anchura y 45cm de altura [8].

La cúpula debe tener diferentes puertas de acceso para facilitar el cuidado del neonato, reducir al mínimo la pérdida de temperatura y, en general, evitar cambios bruscos en el ambiente interno y el menor contacto con el medio exterior.

Las incubadoras cuentan con dos puertas frontales, dos laterales y dos posteriores, cada una cubierta por un plástico especial para atenuar la pérdida de calor; además, cuentan con una puerta grande en la parte frontal, por donde se introduce el bebé [3].

El chasis es la base metálica de la incubadora. En él se encuentran los diferentes sensores y la fuente de poder, y sobre él se localiza el portacolchón. Debe construirse con

un material resistente que soporte el peso del neonato y de la cúpula, además de ser altamente termorresistente, para que no se deforme fácilmente debido a las temperaturas que se registran tanto dentro de la incubadora como en el chasis [3].

La fuente de poder constituye la fuente de alimentación de los componentes eléctricos de la incubadora; para ello debe convertir el voltaje de corriente alterna (Vac) que suministra la red de alimentación eléctrica (aproximadamente 110V a 60Hz) a un voltaje de corriente directa de 5V. A continuación se describe el funcionamiento de la fuente de poder (Fig. 1).

#### 1. Transformación.

Se lleva a cabo por un transformador en bobina, que reduce la tensión de entrada que brinda la red eléctrica, a una tensión mucho menor. Sin embargo, el voltaje sigue variando en el tiempo.

#### 2. Rectificación.

La corriente que llega de la red eléctrica sufre variaciones de voltaje en su línea de tiempo. Lo que se busca con esta fase, es pasar de voltaje de corriente alterna a voltaje de corriente continua, a través de un puente rectificador o de *Grates*. El rectificador elimina el componente negativo de la onda sinusoidal.

#### 3. Filtrado.

Después de pasar por el rectificador, el voltaje todavía no es apto para su uso porque no es continuo, por esto debe someterse a un proceso de filtrado que consiste en aplanar al máximo la señal para que no haya oscilaciones. Esto se consigue con uno o varios condensadores que retienen la corriente y la dejan pasar lentamente para suavizar la señal.

#### 4. Estabilización.

Después de pasar por el proceso de filtrado, se obtiene una señal continua. Sólo resta estabilizarla por completo, para que no cambie su salida, aunque haya pequeñas variaciones en la fuente de entrada. Esto se consigue con un regulador [4].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Materiales

Acrílicos (2mm de grosor), lámina de acero inoxidable calibre 18, rejilla para circuitos, tela y algodón de silicona, reguladores LM317 y LM337, diodo 1N4007, transformador 502, fusible, interruptor y puente rectificador.

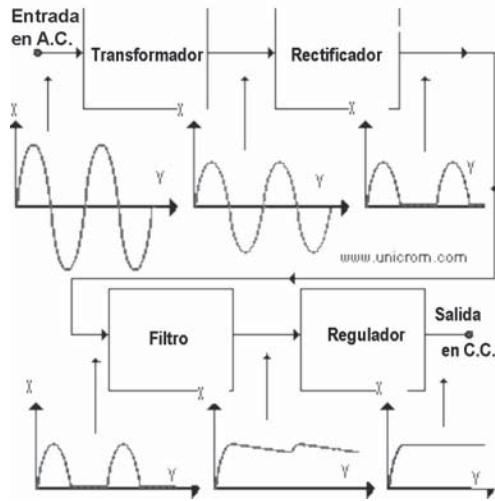


Fig. 1. Diagrama de bloques de una fuente de poder [5].

*B. Métodos*

Se consultaron diferentes fuentes bibliográficas y se realizaron visitas a hospitales para conocer el funcionamiento y características de las incubadoras reales.

Posteriormente, se procedió al diseño del prototipo. Los planos del diseño se observan en la Fig. 2. La cúpula, el chasis y portacolchón, fueron diseñados conjuntamente; se pensó en el microambiente del neonato, en una fácil manipulación para el personal médico y en el funcionamiento de los sensores.

La construcción del prototipo se llevó a cabo con la ayuda de instrumentos adecuados de acuerdo con cada material y con la colaboración de personal experto en acero inoxidable y acrílico. Para la construcción de la cúpula, se empleó acrílico transparente de 2mm de grosor con el que se formó un hexágono regular (45cm x 22cm x 30cm), que se dispuso sobre la superficie metálica entre el chasis y el portacolchón.

A la cúpula se le hicieron una puerta frontal y dos accesos circulares en la parte posterior, cada uno de ellos con una puerta de acrílico transparente.

Para la fabricación del chasis, que es el elemento que sostiene el portacolchón y la cúpula, se procesó una lámina de acero inoxidable calibre 18, doblado de presión y se le aplicó una soldadura especial para este tipo de material.

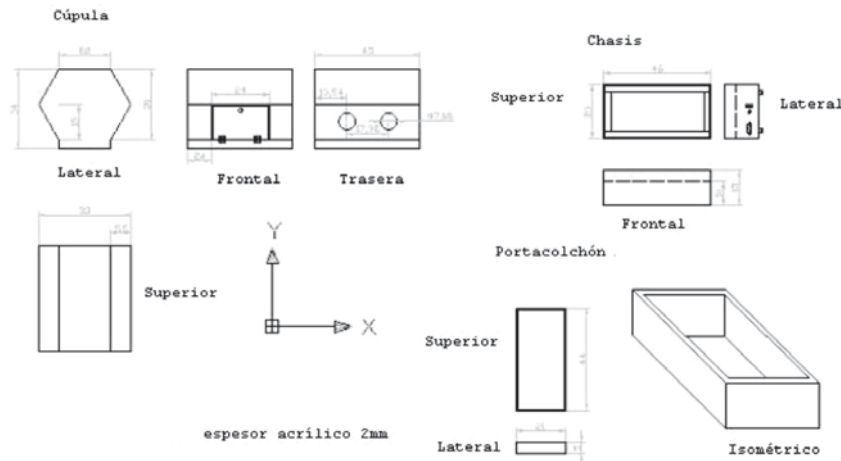


Fig. 2. Planos del prototipo. Se observan los planos de la cúpula, portacolchón y chasis.

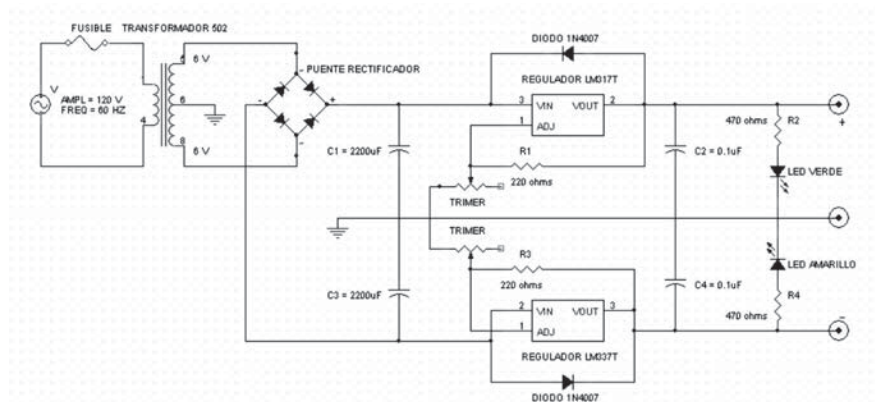


Fig. 3. Plano del circuito de la fuente de poder dual en ORCAD® [7].

Las dimensiones (45,5cm x 22,5cm x 15,0cm) del chasis se eligieron a escala 1:2 respecto al tamaño de una incubadora real; teniendo en cuenta, además, el espacio ocupado por la fuente de poder y demás circuitos que se alojan dentro. Al chasis se le adecuó una rejilla metálica, donde van apoyados los circuitos eléctricos, con el fin de aislarlos de la lámina de acero.

Dentro del chasis se dispusieron cinco sensores:

1. *Sensor de temperatura*: se activa cuando la temperatura se sale de un rango previamente establecido, generalmente entre 36°C y 38°C.
2. *Sensor de humedad*: se activa cuando la humedad aumenta, de tal modo que pueda afectar las condiciones de la incubadora.
3. *Sensor de luminosidad*: alerta en caso de un aumento de luminosidad en el interior de la incubadora.
4. *Sensor de ruido*: se activa con cierto umbral de ruido, mediante un micrófono localizado en la cúpula.
5. *Alarma de seguridad*: localizada en la puerta frontal. Mientras la puerta permanece abierta, se enciende una alarma lumínica, y si continúa abierta por más de 30s, emite una señal sonora que de inmediato alerta al personal médico.

El portacolchón (44,5cm x 21,5cm x 5,0cm), que se encuentra sobre el chasis y en la parte interna de la cúpula, se elaboró con lámina de acero inoxidable calibre 18. El colchón (44,0cm x 21,0cm x 4,5cm) se fabricó con tela antialérgica y algodón de silicona.

Adicionalmente, el portacolchón posee una hamaca que le proporciona al neonato una mejor posición, similar a la posición fetal y, por tanto, permite su mejor desarrollo [6].

Teniendo en cuenta algunas referencias consultadas, se prosiguió con la construcción de la fuente. Debido a las necesidades de algunos sensores, se optó por una fuente de poder dual, cuyo plano se observa en la Fig. 3.

Finalmente, se complementó el funcionamiento de la fuente con un interruptor y un fusible, para facilitar el trabajo de los circuitos de la incubadora.

### III. RESULTADOS

Según las pruebas y ensayos realizados, el prototipo funcionó de manera adecuada para proporcionar un microambiente apropiado al neonato. De otro lado, se construyó un sistema de alimentación de sensores adecuado. En las Fig. 4, 5 y 6 se observan los modelos finales del chasis, el portacolchón y la fuente dual, respectivamente. Los resultados específicos del funcionamiento de cada uno de los sensores, así como sus esquemas electrónicos no se inclu-

yen en este artículo. En la Fig. 7 se presenta el prototipo final de la incubadora.



Fig. 4. Prototipo final del chasis.

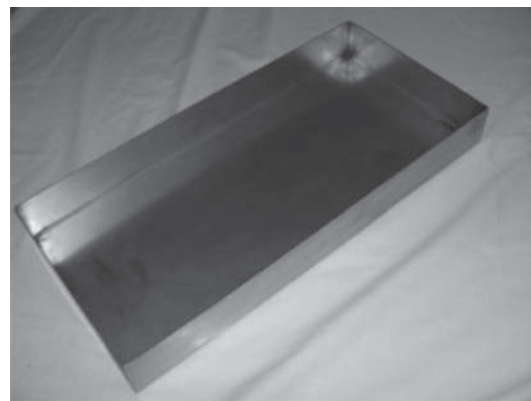


Fig. 5. Prototipo final del porta colchón.

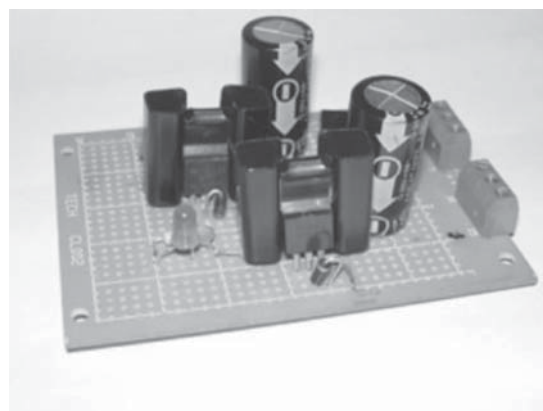


Fig. 6. Fuente de poder dual.



Fig. 7. Incubadora terminada.

#### IV. DISCUSIÓN

Gracias al proceso de investigación, diseño y construcción, se cuenta con un prototipo capaz de proporcionar condiciones seguras y cómodas al neonato, que le permiten un adecuado desarrollo. Es de gran importancia resaltar que la estructura de la incubadora cumple con las normas de diseño requeridas, que señalan que no se debe afectar el ambiente interno del neonato y deben proporcionarle seguridad. Para esto, se tuvieron en cuenta elementos como el fusible y la rejilla que se encuentra en el chasis; ambos pueden ser de gran utilidad para prevenir daños en el neonato y en el prototipo.

El acrílico fue un material adecuado para el diseño de la cúpula de la incubadora, pues garantiza el aislamiento del neonato en un microambiente propicio, además, proporciona una buena visibilidad, por ser un material traslúcido. El acero inoxidable, por otra parte, proporciona gran resistencia, y fue una decisión acertada para la construcción del chasis.

#### V. CONCLUSIÓN

Se desarrolló un prototipo de incubadora neonatal, que consta de dos partes principales: una *mecánica*, que comprende la cúpula y el chasis, y una *eléctrica*, formada por

una fuente de poder dual. El prototipo cumple con las condiciones mínimas requeridas en el diseño de incubadoras neonatales, pero debido a diversas limitaciones quedan algunos aspectos importantes por mejorar en trabajos futuros.

En la construcción de una incubadora real, los estándares de calidad son mucho más elevados, pero la aproximación con el prototipo desarrollado establece bases importantes para llegar a un equipo que cumpla los estándares clínicos.

La metodología empleada en el proyecto y su planeación fueron clave para lograr el desarrollo de un buen prototipo. La planeación contribuyó al avance en cada una de las etapas de construcción del prototipo y a garantizar una buena coordinación en el momento de integrar la incubadora con los diferentes sensores, puesto que facilitó el ensamblaje y la alimentación de todos los circuitos.

#### REFERENCIAS

- [1] Castrillón B., Ajito E., Barrios A., Solórzano E., Tarrillo J. Burbuja Artificial Neonatal (BAN). *II Congreso Colombiano de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica*, Bogotá, octubre de 2005.
- [2] Bayona D., García M., Sandoval J., Reyes F. Diseño e Implementación de una biomáquina para niños prematuros. *II Congreso Colombiano de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica*, Bogotá, octubre de 2005.
- [3] Zaragoza I., Gómez Y., Cabrera A. Diseño y construcción de un prototipo de incubadora controlado por lógica difusa. *Memorias II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica*, 2001. Disponible en: <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00281.pdf>
- [4] Ramírez J. Práctica de laboratorio N° 2 de electrónica digital, Escuela de ingeniería de Antioquia, comunicación privada, Mayo 2006.
- [5] Fuente de poder, fuente de alimentación: diagrama de bloques. Julio de 2006. Disponible en: [http://www.unicrom.com/Tut\\_fuente poder.asp](http://www.unicrom.com/Tut_fuente poder.asp)
- [6] Cabral M. Mayo de 2006. Disponible en: <http://wbloggar.com/marcelo/images/babyceara.jpg>
- [7] Electronica Estudio. Fuente de poder dual variable. Julio de 2006. Disponible en: <http://www.electronicaestudio.com/docs/fd30catalogo.pdf>
- [8] Food and Drug Administration. Neonatal and neonatal transport incubators—Pre-market notifications (1998). May 2006. Disponible en: <http://www.fda.gov/cdrh/ode/incubator.pdf>



# PROGRAMA DE GESTION Y MANTENIMIENTO

Para

## EQUIPAMIENTO MEDICO, EQUIPOS BASICOS e INSTALACIONES ESPECIALES

FMRN - CRS - IMG  
Servicio de Ingeniería Clínica  
Año 2010

FORMATO: PGM-01	REVICION	FECHA	CONFECCIONO	APROBO
PROGRAMA DE GESTION Y MANTENIMIENTO	01	05/03/2010	Bioing. F. Klappenbach	Dr. A. Schroeder

**XVI**



## 1) INTRODUCCION

El grupo **Fundación Médica de Río Negro y Neuquén, Clínica Radiológica del Sur SA e IMÁGENES SA** contempla como uno de sus principales objetivos el mejoramiento de la calidad y competitividad en los servicios que brinda. Por otro lado, la complejidad que día a día se ha incorporado a las Instituciones, debido a la evolución de la medicina y los desarrollos tecnológicos, transformaron las Instalaciones y en particular la Tecnología Medica utilizada, en sistemas sumamente complejos.

Con el objeto de introducir dichos procesos de mejora, en el Mantenimiento de las Instalaciones y la Tecnología Medica utilizada, la institución ha tomado la iniciativa de llevar adelante el **Programa de Gestión y Mantenimiento - PGM**, basándose en conceptos de calidad y mejora continua.-

## 2) OBJETIVOS

Los objetivos primarios del PGM, son:

1. **Optimizar el funcionamiento del Equipamiento y las Instalaciones Especiales utilizadas en el cuidado del paciente, con el propósito de que los mismos sean seguros y precisos, se encuentre normalmente disponibles y cumplan con las reglamentaciones y normas exigibles, a un costo global óptimo.**
2. **Mantener un registro estadístico de los equipos e instalación y sus históricos de fallas, con la finalidad de planificar el recambio de los mismos, en el momento más adecuado.**
3. **La Gestión de Mantenimiento se dirige hacia la protección medio ambiental, llevándonos a prestar especial atención, al tratamiento de los residuos hospitalario, desechos biológicos y radiológicos, etc.**

## 3) CAMPO DE APLICACIÓN

El PGM, es aplicable a las Instalaciones y Equipamiento de **Fundación Médica de Río Negro y Neuquén / Clínica Radiológica del Sur SA** (coexistentes físicamente en el mismo edificio) e **Imágenes SA** por otro lado. La superficie cubierta total de las 3 instituciones, es cercana a los 10.000 [m2], distribuidos de la siguiente manera.

### FUNDACIÓN MÉDICA DE RÍO NEGRO Y NEUQUÉN / CLÍNICA RADIOLOGICA DEL SUR SA

La institución cuenta con el suministro central de Gases Medicinales (Oxígeno, Aire Comprimido y Vacío); El oxígeno es provisto a los diferentes servicios en forma gaseosa a través de cañerías específicas, proveniente de un tanque criogénico de 5.000 Lits el cual almacena el oxígeno en forma líquida. Cuenta con una planta de generación de Aire Comprimido (de grado medicinal) y Vacío (Aspiración), la cual consta de compresores libres de aceite con sus respectivos tanques de almacenamiento y etapas de filtración y secado.-

La institución cuenta con el suministro de Energía Eléctrica de Red, tomando energía en media tensión a través de 2 celdas reductoras 13.200/380 Volts en paralelo, con el apoyo de un Grupo Electrónico de Emergencia de 120 KVA accionado a través de su respectiva llave de transferencia. Cuenta con climatización central y distribuida según los diferentes sectores y necesidades. Cuenta con equipos enfriadores de líquidos - chillers y torres de enfriamiento para el agua refrigerante de equipos de diagnóstico por imágenes (TAC y AC Lineales), como así también del AC central. Cuenta con una Caldera Central de 130.000 Kcal/h para suministro de agua caliente para calefacción, etc.-

La institución cuenta con 485 equipos distribuidos en Equipamiento Medico, Equipamiento Básico e Instalaciones Especiales.-

Distribución de Superficies por plantas:

PISO	SUPERFICIE CUBIERTA
PLANTA BAJA	2.762 m <sup>2</sup>
1º PISO	1.018 m <sup>2</sup>
2º PISO	1.076 m <sup>2</sup>
3º PISO	241,5 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>5097,5 m<sup>2</sup></b>

Los servicios dispuestos en cada planta son los siguientes:

FUNDACION MEDICA DE RN Y NQN		
INSTITUCION # 01		
PISO	NUMERO	SERVICIO
PB	01	TOMOGRAFIA
PB	02	ONCOLOGIA
PB	03	HEMODINAMIA
PB	04	INTERNACION DE DIA
PB	05	CAMARA GAMMA
PB	06	CASA DE SALUD

CLINICA RADIOLOGICA DEL SUR		
INSTITUCION # 02		
PISO	NUMERO	SERVICIO
PB	00	SERVICIOS GENERALES
PB	01	RESONANCIA MAGNETICA
PB	02	ECOGRAFIA
PB	03	RADIOLOGIA CONVENCIONAL
PB	04	MAMOGRAFIA
PB	05	MEDICINA LABORAL - ART
PB	06	LITOTRIPCIA Y ENDOUROLOGIA
PB	07	CIKAF
PB	08	CIMA EMERGENCIAS
PB	09	LAVADERO
PB	10	COCINA
PB	11	COSTURA
PB	12	INSTITUTO CARDIOVASCULAR
1º	13	ADMINISTRACION CENTRAL
1º	14	ESTERILIZACION
1º	15	LABORATORIO DE ANALISIS CLINICOS
1º	16	CONSULTORIOS EXTERNOS
2º	17	TERAPIA INTENSIVA
2º	18	TERAPIA INTERMEDIA
2º	19	INTERNACION DE PISO
2º	20	QUIROFANOS
2º	21	ANESTESIA



### IMÁGENES SA

Al igual que FMRN y CRS; La institución cuenta con el suministro central de Gases Medicinales (Oxígeno, Aire Comprimido y Vacío); cuenta con una planta de generación de Aire Comprimido (de grado medicinal) y Vacío (Aspiración), la cual consta de compresores libres de aceite con sus respectivos tanques de almacenamiento y etapas de filtración y secado. La institución cuenta con el suministro de Energía Eléctrica de Red, tomando energía en media tensión a través de 1 celda reductora 13.200/380 Volts, con el apoyo de un Grupo Electrónico de Emergencia de 40 KVA accionado a través de su respectiva llave de transferencia. Cuenta con climatización central y distribuida según los diferentes sectores y necesidades. Cuenta con equipos enfriadores de líquidos – chillers para el agua refrigerante de equipos de diagnóstico por imágenes (RMN y TAC), como así también del AC central. Cuenta con una Caldera Central de 300.000 Kcal/h para suministro de agua caliente para calefacción, etc.-

La institución cuenta con 110 equipos distribuidos en Equipamiento Médico, Equipamiento Básico e Instalaciones Especiales.-

Distribución de Superficies por plantas:

PISO	SUPERFICIE CUBIERTA
SUBSUELO	657 m2
PLANTA BAJA	1521 m2
1º PISO	1052 m2
2º PISO	1062 m2
3º PISO	604 m2
<b>TOTAL</b>	<b>4.896 m2</b>

Los servicios dispuestos en cada planta son los siguientes:

CLINICA DE IMÁGENES		
INSTITUCION # 03		
PISO	NUMERO	SERVICIO
SS	00	SERVICIOS GENERALES
SS	01	LAVADERO
SS	02	COCINA
SS	03	COSTURA
SS	04	ERGOMETRIA
SS	05	MEDICINA LABORAL - ART
PB	06	RESONANCIA
PB	07	TOMOGRAFIA
PB	08	REDIOLOGIA CONVENCIONAL
PB	09	ECOGRAFIA
PB	10	ANESTESIA
PB	11	DENSITOMETRIA
PB	12	CAMARA GAMMA
PB	13	MAMOGRAFIA
PB	14	CIMA EMERGENCIAS
1º	15	CONSULTORIOS EXTERNOS
2º	16	INTERNACION DE PISO
2º	17	ADMINISTRACION CENTRAL

3°	18	HEMODINAMIA
3°	19	QUIROFANOS
3°	20	INTERNACION DE DIA

#### 4) ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA Y FUNCIONAL

El Área cuenta con el Servicio de 1 Bioingeniero matriculado a cargo de la Coordinación General del PGM, con la asistencia de 6 personas de Mantenimiento General (4 en FMRN / CRS y 2 en IMG). Las prestaciones se efectúan como una combinatoria de Servicios Internos (los de baja complejidad) y Contrataciones de Servicios Externos, específicos para cada Área y/o Equipamiento. Independientemente del tipo de mantenimiento (Interno o Externo), se lleva registro documental de las actividades realizadas.-

#### 5) MODALIDADES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento en general, busca prolongar la vida útil en condiciones económicas favorables, de los recursos que empleamos para la prestación de los Servicios de Salud, incluyendo el medio ambiente; Es decir, contrarresta el desgaste y la destrucción de los bienes puestos a nuestro servicio. Las tareas de mantenimiento podrían definirse como:

*El proceso periódico que se efectúa para minimizar el riesgo de falla y asegurar la continua operación de los equipos, muebles e infraestructura existente, buscando de esta manera extender su vida útil, conservar su buen estado y garantizar la correcta prestación de los servicios de salud.*

Para llevar a cabo estas acciones, básicamente existen dos modalidades de mantenimiento:

##### A) MANTENIMIENTO CORRECTIVO

**Corrección de las averías o fallas de los equipos cuando éstas se presentan.** Las correcciones se hacen de manera no planificada. Esta forma de Mantenimiento impide el diagnóstico fiable de las fallas, pues en general, se ignora si el equipo o instalación falló por mal trato, por abandono, por desconocimiento del manejo, por desgaste natural, etc.

##### B) MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se puede definir como la **“Programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, (incluyendo ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, etc.) que deben llevarse a cabo en forma periódica, en base a un plan establecido y no a demanda del operario o usuario”**; también conocido como **Mantenimiento Preventivo Planificado - MPP**.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los equipos e instalaciones en completa operación, a los niveles óptimos de eficiencia y seguridad. La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos para predecir las fallas o detectarlas en su fase inicial, y corregirlas en el momento más oportuno.

El Mantenimiento Preventivo, permite obtener experiencia en la determinación de las causas de las fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo, como así también definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

#### 6) METODOLOGIA DE TRABAJO IMPLEMENTADA - “MANTENIMIENTO ORIENTADO AL RIESGO”.

Dado que resultaría casi imposible abarcar la totalidad del equipamiento existente en la institución, bajo la modalidad de mantenimiento preventivo, sin ver disminuida la efectividad global del Programa; El PGM basa la prestación del servicio en el concepto de “Mantenimiento Orientado al Riesgo”. Esto es, priorizar las acciones de Mantenimiento en aquellos Equipos e Instalaciones que conlleven un mayor Nivel de Riesgo; Es decir aquellos que por falla o mal estado de conservación, puedan poner en riesgo la vida de los Pacientes, Operarios y Visitantes; o estén sujetos a Cumplimiento de regulaciones y normas específicas.

A tal efecto, se levanta un Inventario Técnico de toda la institución y se determina el Nivel de Prioridad (asociado al nivel de riesgo) para cada Equipo e Instalación y en función de ello, se le asigna la modalidad de mantenimiento Preventivo o Correctivo dentro del PGM y la frecuencia de mantenimiento correspondiente.-

## 7) CLASIFICACION E INVENTARIO TECNICO

Con el objeto de determinar el NIVEL DE PRIORIDAD que le será asignado a cada equipo e instalación dentro del PGM; el parque de Equipamiento e Instalaciones se clasifica a través del Inventario Técnico (**Formato PGM-02**) de acuerdo al los siguientes criterios:

**A) TIPO DE EQUIPAMIENTO O AGRUPAMIENTO:** Considera el tipo de equipo o instalación que se trata

- Equipos Médicos - (EM): Utilizados en el diagnóstico, tratamiento, y monitoreo de los pacientes. Aquellos equipos que tienen una relación directa con el paciente.
- Equipos Básicos - (EB): Equipos que sin tener relación directa con el paciente, prestan servicios vitales para el funcionamiento de la Institución, como ser: Equipos de Lavandería, Cocina y Costura, Aspiradoras, Lavadoras, ventiladores, Mobiliarios no médicos en general, etc.-
- Instalaciones Especiales - (IE): Equipos e Instalaciones asociadas a suministros y/o fuerza motriz, como ser: Calderas, Sistemas de Aire Acondicionado y/o Enfriamiento de Procesos (Chillers), Ascensores y Montacargas, Red de gases medicinales, Sistema de alimentación Eléctrica y Grupo Electrónico, Sistema de Detección y Alarma contra Incendios, etc.

**B) NIVEL DE RIESGO:** Asociado a la aplicación clínica o uso; Considera los resultados sobre el paciente o usuario ante una falla del equipo; el riesgo físico asociado con la aplicación clínica o uso.

- Equipos de alto riesgo: Dispositivos para el mantenimiento de la vida, equipos de resucitación y otros, cuya falla o mal uso puede producir daños graves al paciente o al operador
- Equipos de mediano riesgo: Son dispositivos que por falla, mal uso o ausencia tendrían un impacto significativo en el cuidado del paciente, pero no provoca de manera inmediata daños severos.
- Equipos de bajo riesgo: Son dispositivos en los que cualquier anomalía no causa serias consecuencias.

**C) GRADO DE OBSOLESCENCIA:** Denota la antigüedad del equipamiento

- Equipamiento con MAS DE 12 AÑOS de antigüedad
- Equipamiento con 6 A 12 AÑOS de antigüedad
- Equipamiento ACTUAL, de 0 a 6 años de antigüedad

**D) REQUISITO HISTÓRICO DE MANTENIMIENTO:** Denota las exigencias históricas requeridas por los equipos / instalaciones en concepto de mantenimientos - Preventivos y/o Correctivos.

- Extensivo
- Medio
- Mínimo

**E) ESTADO DE CONSERVACIÓN Y FUNCIONAMIENTO:** Indica el estado físico y de funcionamiento en que se encuentra el Equipamiento / Instalaciones.-

- Malo
- Regular
- Bueno

A partir de esta clasificación, se efectúa el registro de cada equipo e instalación de la Institución, a través del Inventario técnico (Formato PGM-02), llenando para cada uno, los datos referentes a: Ítem, marca, modelo, servicio, etc. completando la matriz de datos para la clasificación:

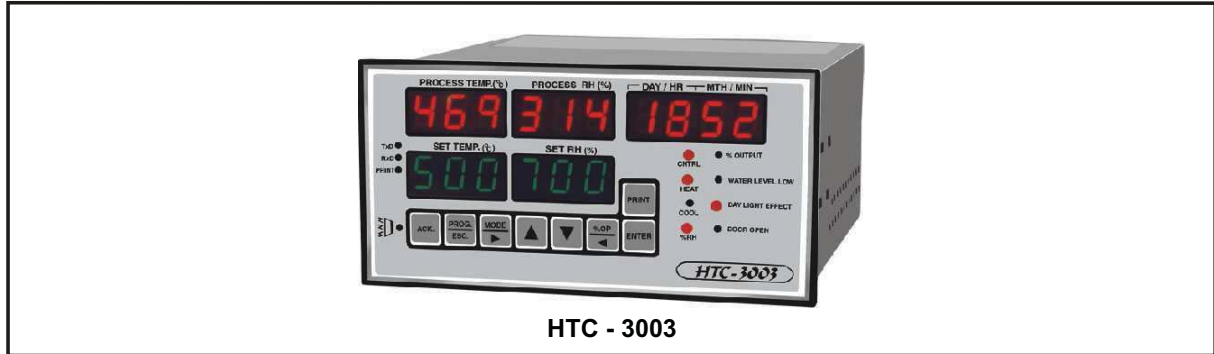
CLASIFICACION				
GRUPO	NIVEL DE RIESGO	GRADO DE OBSOLECENCIA	REQUIS. HISTOR. MANTENIMIENTO	ESTADO DE CONSERVACION / FUNCIONAM.
EM: EQUIPO MEDICO	ALTO = 5	MAS DE 12 AÑOS = 5	EXTENSIVO = 5	MALO = 5
EB: EQUIPO BASICO	MEDIANO = 3	6 A 12 AÑOS = 3	MEDIO = 3	REGULAR = 3
IE: INSTALACION ESPECIAL	BAJO = 1	ACTUAL = 1	MINIMO = 1	BUENO = 1

A partir de esta matriz de datos, se obtiene el Nivel de Prioridad del equipamiento dentro del Programa de Mantenimiento, lo cual determina si el Equipo o Instalación en particular, será atendido bajo Mantenimiento Preventivo o bajo Mantenimiento Correctivo, y la frecuencia con que debe ser atendido:

<b>NIVEL DE PRIORIDAD - Pi [1 - 5] = Σ (Sumatoria de la Clasificación)/4</b>
[4,5 - 5,0]= PREVENTIVO C/4 MESES o RECAMBIO
[3,5 - 4,0] = PREVENTIVO C/6 MESES
[3,0] = PREVENTIVO C/12 MESES
[1,0 - 2,5] = MANT CORRECTIVO A DEMANDA

Una vez determinado el Nivel de Prioridad para cada equipo, se efectúa la planificación anual, distribuyendo las actividades a lo largo del año a efectos de equiparar las cargas laborales y requisitos presupuestarios a lo largo del año.-

## (H4) MICROPROCESSOR BASED TEMPERATURE / HUMIDITY INDICATOR - CONTROLLER



### MODEL WISE DESCRIPTIONS :

SR.NO.	MODEL	DESCRIPTION
9.8	<b>HTC - 3003</b>	Microprocessor based Temperature & %RH PID-On/Off controller (2 inputs and 4 outputs) with RTC, Printer port, RS-485/RS-232 Serial port and Extra 128KB memory bank for HVAC application (Simultaneous Display of Temp/%RH)

### DESCRIPTION :

Libratherm offers Microprocessor based Humidity and Temperature Controller Model HTC-3003, which has same features as the Model HTC-3000, except that it has 3 digit display for simultaneous indication of both temperature and %RH value.

The controller accepts input from the standard (Pt-100) temperature sensor and from the capacitive type RH sensor or temperature/humidity transmitter. The process values and set values are displayed simultaneously in the range 0.0-99.90°C and 0.0 99.90% RH respectively on 4 independent 3 digit 7-segment Red LED displays,

Since the controllers are basically designed for the stability chambers, the accurate control of temperature and humidity is achieved by operating the air heater and the boiler heater in the PID control action. and the compressor is operated in ON/OFF action with time delay facility. Since the compressors are not required to be ON at certain level of temperature, the user selectable mode is provided to program the compressor operation in AUTO, Continuous ON or Continuous OFF mode. To de-humidify the system, an extra ON/OFF output can also be optionally provided. The control output are in the form of SSR drivers of (0 10) VDC pulse to control the Air heater, boiler heater and

compressor, dehumidifier.

In addition to this the instrument has many other useful features such as 4 digit display to indicate Real time clock / calendar. In-built storage facility, which can be retrieved on demand or can be down loaded on to a computer or on a printer for hard copy via the provided printer port. The storage capacity depends on the logging time. MAX. 480 records can be stored which can be printed in OFF line mode. For larger storage, additional memory card increases the capacity up to 3000 records.

The controllers are ready with the serial communication port RS 232 / RS 485 for interfacing to the computer for data logging and storage.

Specially designed window based **E-Chamber Software** does the on line data logging and plot the online / offline graph on the PC and also allows user to enter the set points and control parameters through PC and the controller. (i.e. bi-directional communication). Two level Pass Word protected (operator & supervisory) for unauthorized alteration of the set parameters and stored data is also provided.