MONRES 94

incluye diskette

Universidad de la República Oriental del Uruguay
NUCLEO DE INGENIERIA BIOMEDICA
de las Facultades de Medicina e Ingeniería
Hospital de Clínicas, piso 15
11600 Montevideo - Tel.: +598 2 487 1515 Int. 2335
URUGUAY
info@nib.hc.edu.uy

Estudiantes:
Ma. Graciela Facelli.
Laura Gesto.
Raúl Rego.

Docente:
Ing. Franco Simini.

Desarrollo de un equipo integrado para uso clínico realizado para satisfacer los requerimientos de la materia "Proyecto" del Instituto de Ingeniería Eléctrica.

Núcleo de Ingeniería Biomédica de la FACULTAD DE INGENIERIA y de la FACULTAD DE MEDICINA.
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY.
Montevideo - Uruguay

Abril 1994 - Agosto 1995.

1- INTRODUCCION..... 5
1.1- Fundamentos..... 5
1.2- Especificaciones..... 8

2- FISIOLOGIA RESPIRATORIA..... 9
2.1- Funcionamiento del sistema respiratorio..... 9
2.2- Modelo del Sistema Respiratorio..... 10
2.3- Parámetros Clínicos..... 15

3- MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL PACIENTE..... 21
3.1- Seguridad eléctrica..... 21
3.2- Seguridad eléctrica del paciente..... 22

4- PROYECTO GENERAL..... 23
4.1- Criterios de proyecto..... 23
4.2- Adquisición de datos..... 25
4.3- Cálculo de parámetros clínicos..... 25
4.4- Despliegue de señales y parámetros..... 25
4.5- Atención de la interfaz con el usuario..... 25
4.6- Grabación a disco..... 25
4.7- Configuración..... 25
4.8- Calibración..... 25

5- PARTES DEL SISTEMA..... 27
5.1- Generalidades..... 27
5.2- Computador..... 30
5.3- Sensores de presión y flujo..... 30
5.4- Transductores..... 32
5.5- Adaptador de señales..... 33
5.6- Pantalla sensible al tacto..... 33
5.7- Tarjeta conversora A/D..... 38

6- PROGRAMACION DEL SISTEMA..... 41
6.1- Implementación del sistema de Tiempo Real..... 41
6.2- Núcleo de Tiempo Real..... 43
6.3- Programa principal..... 45
6.4- Tarea de adquisición..... 45
6.5- Tarea de atención de la interfaz con el usuario..... 46
6 6- Tarea de cálculo..... 53
6.7- Tarea de despliegue..... 62
6.8- Tarea de grabación a disco..... 62
6.9- Tarea de configuración..... 63

7- MANUAL DE USUARIO..... 65
7.1- Instalación..... 66
7.2- Modo de uso..... 66
7.3- Mantenimiento..... 87
7.4- Entrenamiento de usuarios..... 87

8- COSTOS **89**
8.1- Investigación de mercado 89
8.2- Costo de partes 89
8.3- Horas-persona empleadas 91
8.4- Extrapolación del costo a 5 y 10 ejemplares 93
8.5- Perspectivas de difusión 94

9- CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y PERSPECTIVAS **95**

10- GLOSARIO **97**

11- BIBLIOGRAFIA **99**

APENDICE 1- NORMA NAS - MONTEVIDEO **101**

APENDICE 2- CANCELACION DE 50 HZ **105**

APENDICE 3- CODIGO DE PROGRAMACION **109**

APENDICE 4- HOJAS DE ESPECIFICACIONES **299**

1.1- Esquema del sistema total..... 6
1.2- Foto del MONRES..... 7

2.1- Modelo del pulmón..... 11
2.2- Modelo de la mecánica ventilatoria..... 11
2.3- Circuito eléctrico equivalente..... 14
2.4- Circuito RC simplificado..... 14

3.1- Esquema de seguridad eléctrica..... 22

4.1- Diagrama en bloques..... 24

5.1- Conexión de los transductores..... 29
5.2- Elementos del Neumotacógrafo..... 31
5.3- Neumotacógrafo..... 31
5.4- Diagrama del monitor resistivo sensible al tacto..... 34

6.1- Esquemas de los procesos en un Sistema de Tiempo Real..... 42
6.2- Descripción de la PEEP intrínseca..... 58
6.3- Representación del trabajo en un diagrama de bucle 61

7.1- Foto MONRES..... 65
7.2- Pantalla PRESENTACION..... 69
7.3- Pantalla CONFIGURACION..... 70
7.4- Pantalla PATRON RESPIRATORIO..... 72
7.5- Pantalla CENTRO RESPIRATORIO..... 74
7.6- Pantalla FUERZAS MUSCULARES..... 76
7.7- Pantalla BUCLE V - PVA-PES..... 78
7.8- Pantalla GENERAL DE CALIBRACION..... 79
7.9- Pantalla CALIBRACION DE FLUJO..... 80
7.10- Pantalla CALIBRACION DE CERO DE FLUJO..... 81
7.11- Pantalla CALIBRACION DE ESCALA DE FLUJO..... 82
7.12- Pantalla CALIBRACION DE PVA..... 83
7.13- Pantalla CALIBRACION PES..... 84
7.14- Pantalla GRABACION A DISQUETE..... 85
7.15- Pantalla TIPO VENTILACION..... 86

8.1- Distribución de horas-persona a lo largo del proyecto..... 91
8.2- Distribución del gasto a lo largo del proyecto..... 92
8.3- Distribución del gasto total a lo largo del proyecto..... 93

A 2.1 - Ejemplo de un archivo maestro..... 103
A 2.2 - Ejemplo de un archivo de señal..... 104

1.- INTRODUCCION

1.1 - Fundamentos.

En algunos pacientes es de gran importancia determinar el estado del sistema respiratorio para poder intervenir en él. Existen dos formas para determinar el estado del sistema respiratorio :

a- mediante análisis clínicos de gases en la sangre cuyos resultados se compararán con los valores normales esperados (análisis a largo plazo).

b- mediante observaciones realizadas de forma continua, monitoreando al paciente en la Unidad de Cuidados Intensivos (C.T.I) (monitoreo en tiempo real).

Los pacientes internados en las Unidades de Cuidados Intensivos, cuentan con instrumental que controla algunas señales vitales como el electrocardiograma y algunas presiones sanguíneas, pero no se evalúa en forma continua la función respiratoria.

No solo es importante conocer el equipo desarrollado en el presente proyecto denominado MONRES (MONitor RESpiratorio) sino también poderlos ubicar dentro del CTI y su equipamiento médico .

Se hará aquí una descripción del equipamiento más importante y en la figura 1.1 se presenta en forma esquemática la conexión del paciente a MONRES y a otros equipos médicos.

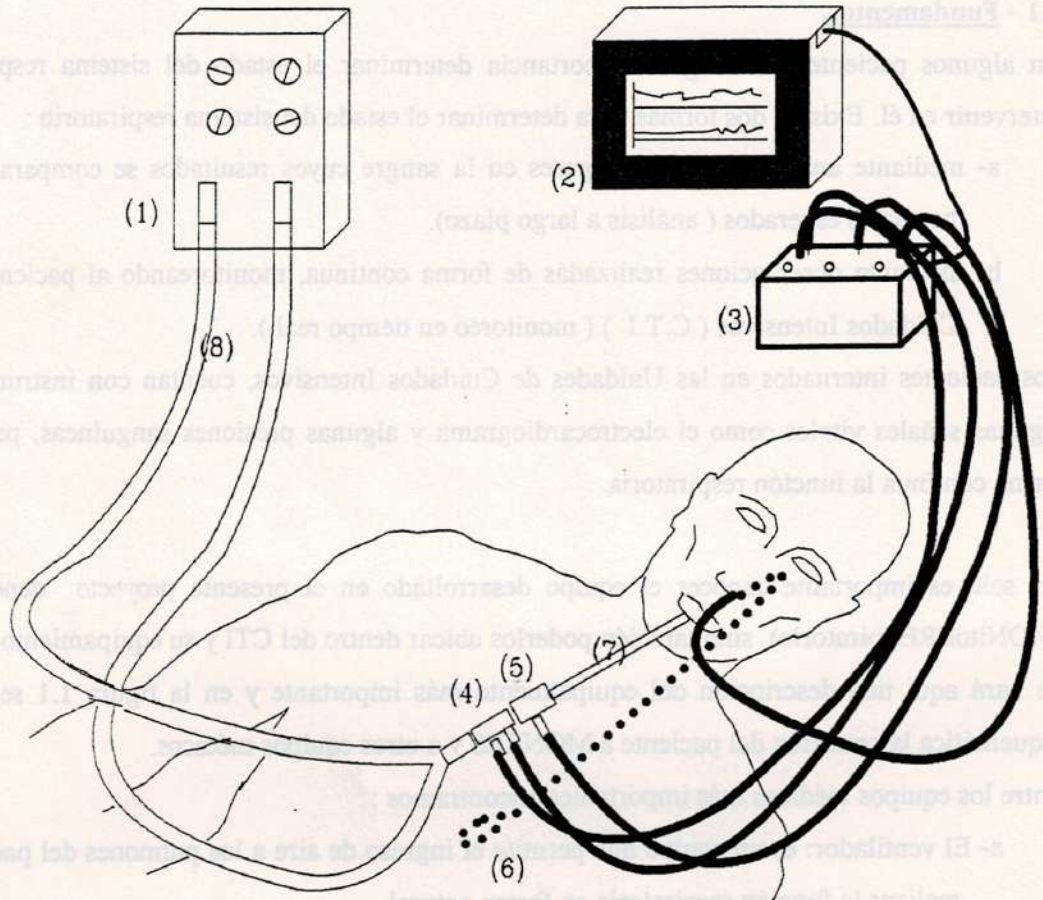
Entre los equipos médicos más importantes encontramos :

a- El ventilador: es un equipo que permite el ingreso de aire a los pulmones del paciente que no puede realizar la función respiratoria en forma natural.

b- El neumotacógrafo: es un sensor de flujo, el cual va ubicado en el circuito de ventilación en el tubo de entubación. Este sensor sensa el flujo oponiéndole una resistencia (pequeña comparada con la resistencia de vía aérea del paciente); esta resistencia genera una diferencia de presión entre ambos lados, la cual es traducida a una señal eléctrica por un transductor de presión. La diferencia de presión es proporcional al flujo que la atraviesa. La resistencia del sensor tiene que ser pequeña para que no dificulte la respiración del paciente, en cuyo caso aumentaría mucho el trabajo respiratorio.

c- El MONRES: adquiere determinadas señales las cuales, al ser procesadas, ayudan a diagnosticar el estado del sistema respiratorio del paciente. Lo hace de una forma no invasiva y los valores obtenidos no son afectados por anormalidades en el circuito del paciente o el ventilador ya que los sensores están junto al paciente.

Por ejemplo: muchos ventiladores dan los valores del volumen, pero estos valores son sensados lejos del paciente con lo cual, cualquier anormalidad que ocurra en el circuito respiratorio (por ejemplo fuga de aire) estaría dando un valor del volumen que no sería el volumen verdadero del paciente.



(1) Ventilador
(2) MONRES
(3) Adaptador de señal
(4) Neumotacógrafo
(5) Sensor de presión vía aérea
(6) Sensor de presión esofágica
(7) tubo de entubación
(8) tubo del circuito respiratorio exterior

Fig 1.1 Esquema General de MONRES

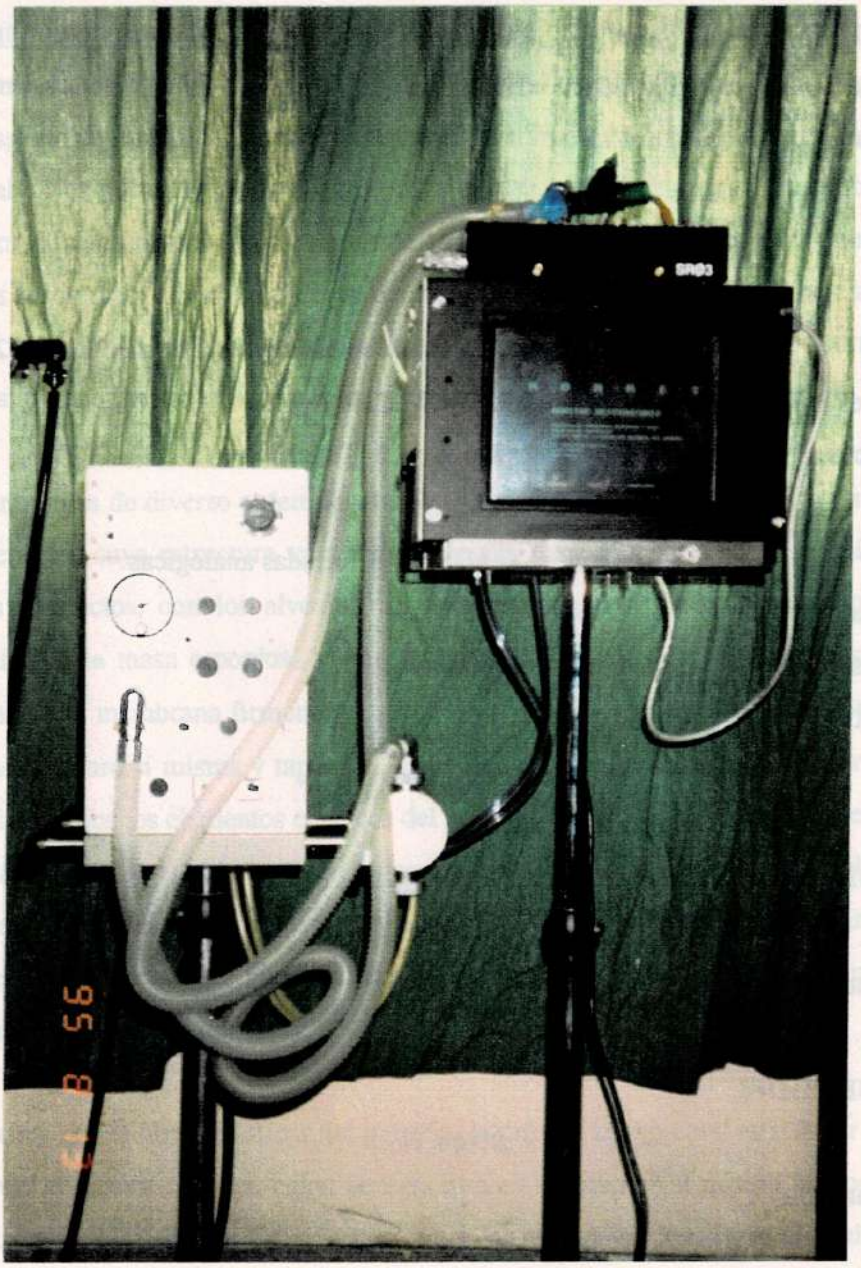


Fig 1.2 Foto de MONRES

1.2- Especificaciones

El equipo desarrollado - MONRES - despliega en tiempo real las señales más significativas del sistema respiratorio y sus parámetros. En particular se calculan la frecuencia respiratoria, los tiempos inspiratorio, espiratorio y total, el volumen corriente, resistencia de vía aérea, la complacencia y el trabajo respiratorio. MONRES combina en un prototipo de uso clínico una gran capacidad de cálculo con un manejo intuitivo y fácil, mediante su pantalla sensible al tacto.

Gabinete	35 x 25 x 24 cm
Pantalla	14" (22 x 19 cm)
tipo de pantalla	sensible al tacto de vidrio resistivo (Norma NEMA 12)
cantidad de pixeles	640 de ancho y 480 de alto
driver del touchscreen	Elographics Duratouch Touchscreen
Procesador	486DX2 66 MHz
Conversor A/D	tarjeta CDX-AD816 , 8 entradas analógicas
tensión de entrada	0 a +5 o ±5.25 volts
tiempo de conversión	5 a 12 microsegundos
generador de wait	no requiere
alimentación	5 volt o ±12 volt
Transductores	
Microswitch 163PC01D36	
rango de presión	-12.7 a +12.7cm H_2O
tensión de alimentación	8 V
sensibilidad	635 mV /cm H_2O
Microswitch 163PC01D48	
rango de presión	-20 a +120 cm H_2O
tensión de alimentación	8 V
sensibilidad	35.7 mV /cmH_2O
Sensores	
neumotacógrafo	HAMILTON MEDICAL modelo descartable 279331

balón de latex en la extremidad del catéter esofágico

Cables y conectores

cable blindado desde MONRES al SRØ3 de 16 hilos , conectores DB15 macho y hembra