

A U T O V E N T

CONTROL AUTOMATICO DE LA VENTILACION ARTIFICIAL

Autores:

Fernando Grego
Alvaro Giusto
Juan José Pérez

Docentes:

Ing. Franco Simini
Ing. Omar Barreneche

Se contó con la colaboración del Departamento de Medicina Intensiva del Hospital de Clínicas y de los doctores

Hernán Artucio
Marta Berón
Jorge Depaula
Javier Hurtado
Daniel Rivara

Departamento de Medicina Intensiva del Hospital de Clínicas
Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería.
Núcleo de Ingeniería Biomédica
Universidad de la República.

Montevideo, Uruguay, junio 1991 - diciembre 1992

Agradecimientos

Queremos aquí agradecer especialmente a todas las personas que hicieron posible el presente trabajo:

A los médicos intensivistas del Hospital de Clínicas
Dr. Hernán Artucio, Dra. Marta Berón, Dr. Jorge Depaula,
Dr. Javier Hurtado, Dr. Daniel Rivara.

A Sergio Beheregaray, funcionario del Instituto de Ingeniería Eléctrica.

Al Ing. Omar Barreneche, docente del IIE.

Al señor Gustavo Da Costa por su colaboración en el diseño mecánico.

Al Ing. Franco Simini por su permanente guía y apoyo humano a lo largo de todo el trabajo.

INDICE

1.0 INTRODUCCION

2.0 BASE CLINICA Y FISIOLOGICA

2.1 Funcionamiento

2.2 Modos de ventilación artificial

2.21 CMV

2.22 IMV + PSV

2.3 Presiones parciales de CO₂

3.0 DESCRIPCION GENERAL

3.1 Generalidades

3.2 Algoritmo de Control

3.21 CMV

3.22 IMV + PSV

3.3 Cálculo de los parámetros ventilatorios

3.4 Descripción de los componentes

3.41 Señales del ventilador

3.42 Señales del capnógrafo

3.43 Motor a pasos

3.44 Tarjeta conversora A/D

4.0 DESCRIPCION DE LA CIRCUITERIA

4.1 Adaptación de señales

4.2 Detección de fallas

4.3 Control de los mandos del ventilador

4.4 Máquina de estados

5.0 DESCRIPCIÓN DE LA PROGRAMACIÓN

5.1 Generalidades

5.2 Estimación del tic y tiempo de muestreo

5.3 Estructura del programa

5.31 CAPA 3 Interfaz con el operador

5.32 CAPA 2 Procesamiento de datos y control

5.33 CAPA 1 Interfaz con el hardware

5.34 Núcleo de Tiempo Real

5.4 Máquina de estados del núcleo

6.0 SEGURIDAD DEL PACIENTE

6.1 Seguridad Eléctrica

6.2 Seguridad Fisiológica

7.0 ANÁLISIS DE COSTOS

7.1 Generalidades

7.2 Infraestructura disponible

7.3 Costos

7.3.1 Generalidades

7.3.2 Costos de horas hombre

7.3.3 Costos de partes

7.3.4 Gastos

7.3.5 Costo total

7.4 Conclusiones

8.0 CONCLUSIONES

APÉNDICES

A.1 Archivos Fuente

A.2 Planos de Circuitos

A.3 Información de Equipos

A.4 "Symposium monitoring et asservissement de la ventilation"

A.5 Bibliografía

1.0 INTRODUCCION

Regular los parámetros de la ventilación artificial a las necesidades del paciente es un objetivo que se remonta a los mismos orígenes de la ventilación artificial. Trabajos pioneros demostraron la posibilidad de controlar la ventilación a través de su testigo más directo : la presión de CO₂ en sangre arterial o la presión de CO₂ en aire espirado en pacientes o animales anestesiados.

La aparición de nuevas modalidades de soporte parcial de la ventilación implica formalmente la inclusión de la ventilación espontánea en el marco de la ventilación artificial, lo que vuelve imperioso la puesta a punto de mecanismos de control que la contemplen. De esta manera se logrará una ventilación artificial más fisiológica donde el primer objetivo es la adaptación a las necesidades del paciente en cada instante.

Actualmente el ajuste de parámetros de los ventiladores se realiza manualmente sobre la base de apreciación clínica del paciente y algunas medidas esporádicas de CO₂ en sangre. La automatización del ajuste mediante la utilización de un PC conllevará grandes beneficios en el apoyo respiratorio de los pacientes en ventilación artificial.

AUTOVENT busca incorporar un mecanismo de control automático para corregir en todo momento los parámetros de frecuencia respiratoria y presión de soporte en base a la concentración de CO₂ en el aire espirado.

AUTOVENT integra a un ventilador artificial un capnógrafo, un computador personal PC/AT, una tarjeta conversora A/D, circuitería y programación específicas.

Este proyecto incluye la realización en la programación de un Núcleo de Tiempo Real que permita la realización simultánea de las siguientes tareas:

- Adquisición de las señales de presión de vía aérea y de presión parcial de CO₂ en aire espirado.
- Emisión de señales hacia el ventilador para modificar la frecuencia y la presión de soporte, calculadas por el algoritmo de control automático.
- Selección del tipo de ventilación a realizar; establecimiento de los valores iniciales de presión de soporte, frecuencia y presión parcial de CO₂ en aire espirado; todo lo cual se hará a través de menus desplegados en pantalla.
- Presentación en pantalla de las señales de presión de vía aérea y de concentración de CO₂ en tiempo real.
- Creación de un archivo con los datos personales del paciente y grabación en disco según norma NAS de las señales.
- Atención de teclado que permitiera el cambio de los parámetros de ventilación en cualquier instante.
- Seguridad: Ante cualquier detección de falla de hardware ó software el sistema pasa a un estado de operación segura y acciona una alarma sonora.

El presente proyecto fue realizado como trabajo curricular en el marco de la materia Proyecto de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Para su realización se emplearon los esfuerzos del Departamento de Medicina Intensiva del Hospital de Clínicas, el Núcleo de Ingeniería Biomédica y el Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ingeniería.