

# Índice

<b>1 Resumen</b> .....	1
<b>2 Marco Conceptual</b> .....	2
2.1 Proceso enseñanza – aprendizaje. ....	2
2.1.1 La simulación como método enseñanza – aprendizaje. ....	3
2.1.2 Enseñanza médica. ....	3
2.1.2.1 Investigación en la enseñanza médica. ....	4
2.2 La reanimación cardiopulmonar. ....	5
2.2.1 Reanimación cardiopulmonar básica.....	5
2. 2.2 Reanimación cardiopulmonar avanzada.....	7
2.3 Sistemas embebidos.....	8
2.3.1 Sistemas operativos.....	9
2.3.2 Protocolos de comunicación.....	10
2.3.1.1 El bus de comunicación en serie I <sup>2</sup> C .....	10
2.3.1.1.1 Introducción.....	10
2.3.1.2 Universal serial bus.....	11
2.3.1.2.1 Introducción.....	11
<b>3 Marco referencial de la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar</b> .....	12
3.1 Cómo se enseña la reanimación cardiopulmonar.....	12
3.1.1 Equipo utilizado en la enseñanza de la RCP.....	12
3.1.1.1 Equipo electrónico auxiliar.....	14
3.2 Dónde se realiza la enseñanza de la reanimación cardiopulmonar.....	15
3.3 A quién se le enseña la reanimación cardiopulmonar.....	15
<b>4 Diagnóstico de la situación o problema</b> .....	17
<b>5 Objetivo</b> .....	18

<b>6 Método</b> .....	19
<b>7 Técnica</b> .....	20
7.1 Esquema General.....	20
7.2 Unidad de control.....	21
7.2.1 Esquema general.....	21
7.2.2 Tarjeta principal.....	22
7.2.2.1 Esquema general.....	22
7.2.2.2 Microcontrolador maestro.....	23
7.2.2.2.1 Esquema general.....	23
7.2.2.2.2 Ciclo principal.....	24
7.2.2.2.3 Interrupciones.....	26
Interrupción count_pwm – Timer3.....	26
Interrupción get_ADC – Timer1.....	26
Interrupción USB_interrupt.....	26
Interrupción comm_I <sup>2</sup> C – Timer0.....	26
7.2.2.3 Cargador de Batería.....	26
7.2.2.3.1 Esquema general.....	26
7.2.2.4 Amplificador de Audio.....	27
7.2.2.4.1 Esquema general.....	27
7.2.3 Mando a distancia.....	27
7.2.3.1. Esquema general.....	27
7.2.3.2 Pantalla LCD.....	28
7.2.3.2.1 Esquema general.....	28
7.2.3.2.2 Descripción.....	29
7.2.3.3 Microcontrolador Auxiliar.....	30

7.2.3.3.1 Esquema general.....	30
7.2.3.3.2 Ciclo Principal.....	30
7.2.3.3.3 Interrupciones.....	31
Interrupción I <sup>2</sup> C_interrupt.....	31
Interrupción ACT_PTL – Timer1.....	32
7.2.4 Periféricos.....	32
7.2.4.1 Esquema general.....	32
7.2.4.2 Sensor de compresión.....	33
7.2.4.2.1 Esquema general.....	33
7.2.4.2.2 Adecuación de señal.....	33
7.2.4.2.3 Calibración.....	34
7.2.4.3 Sensor de ventilación.....	35
7.2.4.3.1 Esquema general.....	35
7.2.4.3.2 Adecuación de la señal.....	37
7.2.4.3.3 Calibración.....	37
7.2.4.4 Sensores de permeabilidad de vía aérea.....	38
7.2.4.4.1 Esquema general.....	38
7.2.4.4.1-1 Sensores stringpot.....	38
7.2.4.4.1-2 Interruptor magnético.....	39
7.2.4.4.2 Sensor de hiperextensión.....	39
7.2.4.4.2-1 Esquema general.....	39
7.2.4.4.2-2 Acoplamiento de señal.....	40
7.2.4.4.2-3 Calibración.....	40
7.2.4.4.3 Sensor de subluxación.....	40
7.2.4.4.3-1 Esquema general.....	40

7.2.4.4.3-2 Acoplamiento de señal.....	41
7.2.4.4.3.3 Calibración.....	41
7.2.4.4.4 Sensor objeto extraño.....	41
7.2.4.4.4-1 Esquema general.....	41
7.2.4.4.4-2 Adecuación de la señal.....	42
7.2.4.4.4-3 Calibración.....	42
7.2.4.5 Actuador de simulación de pulso.....	43
7.2.4.5.1 Esquema general.....	43
7.2.4.5.1 Etapa de Potencia.....	44
7.2.4.5.3 Calibración.....	44
7.2.4.6 Actuador de simulación de ventilación.....	45
7.2.4.6.1 Esquema general.....	45
7.2.4.6.2 Acoplamiento de la señal de control.....	45
7.2.4.6.3 Calibración.....	46
7.3 Unidad de procesamiento.....	46
7.3.1 Esquema general.....	46
7.3.2 Hardware.....	47
7.3.3 Sistema operativo.....	48
7.3.4 Aplicación.....	50
7.3.4.1 Hilo principal.....	51
7.3.4.1 Hilo Adquisición USB.....	53
7.3.4.3 Hilo cargado de imagen.....	54
7.3.4.4 Hilo de sonido.....	55
7.4 Servidor.....	56
7.4.1 Esquema general.....	56

7.4.2 Base de datos.....	56
7.4.3 Aplicación.....	60
<b>8 Conclusiones.....</b>	<b>62</b>

## **9 Apéndice**

A Cyclic redundancy check

B Datos calibración sensor ventilación

C Modelado cardiovascular

D Modelado de ventilación

E Descripción del protocolo I<sup>2</sup>C

F Descripción del protocolo USB

# Índice de Figuras

## Capítulo 2 Marco conceptual

Figura 2.1. Esquema que representa el aprendizaje a partir de la práctica profesional.....	4
Figura 2.2. Cuadro a seguir de primeros auxilios, Basic Life Support.....	6
Figura 2.3. Compresiones Torácicas.....	7
Figura 2.4. Ejemplo de una configuración I2C.....	10

## Capítulo 3 Marco Referencial

Figura 3.1 Vistas reales de simuladores de RCP básica .....	14
Figura 3.2 Vistas reales de sistemas de monitoreo de los simuladores de RCP.....	15

## Capítulo 7 Técnica

Figura 7.1 Conformación del sistema.....	20
Figura 7.2 Composición de la unidad de control.....	21
Figura 7.3 Diagrama de bloques de la tarjeta principal.....	22
Figura 7.4 Diagrama de bloques MCU maestro.....	23
Figura 7.5 Diagrama de bloques de init-USB.....	24
Figura 7.6 Diagrama de bloques del ciclo de los actuadores.....	25
Figura 7.7 Forma de onda del PWM para actuador de pulso.....	25
Figura 7.8 Forma de onda del PWM para actuador de ventilación.....	25
Figura 7.9 Fotografía del mando a distancia.....	27
Figura 7.10 Pantalla principal.....	27
Figura 7.11 Pantalla del cronómetro.....	28
Figura 7.12 Pantallas de actuadores.....	28
Figura 7.13 Fotografía LCD.....	28
Figura 7.14 Fotografía de pines de pantalla LCD.....	29
Figura 7.15 Forma de onda de comunicación con LCD.....	29
Figura 7.16 Diagrama de bloques MCU auxiliar.....	30
Figura 7.17 Diagrama de bloques interrupción I2C.....	31
Figura 7.18 Diagrama de los botones del mando a distancia.....	31
Figura 7.19 Dibujo del corte transversal del corazón durante una compresión.....	33
Figura 7.20 Imagen del transductor.....	33
Figura 7.21 Esquema de la ecuación de señal del sensor de compresión.....	34
Figura 7.22 Médico aplicando compresión.....	35
Figura 7.23 Esquema del sensor de orificio variable.....	36
Figura 7.24 Esquema del sensor de ventilación.....	37
Figura 7.25 Partes de un StringPot.....	38
Figura 7.26 StringPots instalados en el cráneo para detectar la hiperextensión.....	39
Figura 7.27 Esquema del sensor de hiperextensión.....	40
Figura 7.28 Esquema del sensor de subluxación.....	41

Figura 7.29 Imán permanente recubierto de resina, objeto extraño.....	41
Figura 7.30 Sensor de objeto extraño.....	42
Figura 7.31 Acoplamiento de sensores magnéticos.....	43
Figura 7.32 Carcasa del actuador de pulso.....	43
Figura 7.33 Sistema de pulso instalado.....	44
Figura 7.34 Esquema de la etapa de potencia del pulso.....	44
Figura 7.35 Terminal de la manguera en la cavidad nasal.....	45
Figura 7.36 Esquema de la señal de control.....	46
Figura 7.37 Configuración cable.....	47
Figura 7.38 Tarjeta madre de la Netbook.....	47
Figura 7.39 Proceso de inicio de la unidad de procesamiento.....	49
Figura 7.40 Conformación de los hilos.....	51
Figura 7.41 Diagrama de flujo del hilo principal.....	52
Figura 7.42 Diagramas de flujo del hilo de adquisición USB.....	53
Figura 7.43 Diagrama de flujo del hilo de cargado de imágenes.....	54
Figura 7.44 Diagrama de flujo hilo de sonido.....	55
Figura 7.45 Diagrama funcionamiento servidor.....	56
Figura 7.46 Parte de la interfaz con la información teórica.....	60
Figura 7.47 Parte de la interfaz con la línea de tiempo.....	60
Figura 7.48 Parte de la interfaz que muestra las compresiones y el modelo fisiológico.....	61

## Apéndice

Figura B.1 Gráfica de voltaje vs Flujo.....	66
Figura C.1 Modelo del sistema circulatorio humano.....	66
Figura D.1 Modelo del sistema respiratorio humano.....	69
Figura E.1 Validez de transferencia de bit.....	71
Figura E.2 Condiciones de inicio y de fin en el bus I2C.....	71
Figura E.3 Transmisión de datos en el bus I2C.....	72
Figura E.4 Sincronización de reloj.....	73
Figura F.1 Numeración de pines, USB specification, rev 2.0, 2000.....	74
Figura F.2 Tipos de conectores.....	74
Figura F.3 Forma de onda de las señales.....	75
Figura F.4 Configuración del cable y resistencias.....	75
Figura F.5 Forma de onda de paquete en el bus USB.....	76
Figura F.6 Ejemplo de codificación NZRI.....	77
Figura F.7 Formato del identificador del paquete.....	78
Figura F.8 Formato del paquete Token.....	79
Figura F.9 Formato del paquete Data.....	79
Figura F.10 Formato paquete Handshake.....	79
Figura F.11 Flujo de información.....	80
Figura F.12 Topología del bus USB.....	80
Figura F.13 Ejemplo de transferencia tipo Control.....	81
Figura F.14 Ejemplo de transferencia tipo Bulk.....	82

Figura F.15 Ejemplo de transferencia tipo Interrupt.....	82
Figura F.16 Ejemplo de transferencia tipo Isochronous.....	83
Figura F.17 Arreglo de descriptores en un dispositivo USB.....	85

## Índice de Tablas

### Capítulo 3 Marco Referencial

Tabla 3.1 Material empleado en la enseñanza de la RCP .....	13
---	----

### Capítulo 7 Técnica

Tabla 7.1 Descripción de pines de pantalla LCD.....	29
Tabla 7.2 Runlevels de Fedora.....	50
Tabla 7.3 Tabla General - base de datos - Parte 1 .....	57
Tabla 7.4 Tabla General - base de datos - Parte 2.....	58
Tabla 7.5 Tabla General - base de datos - Parte 3.....	58
Tabla 7.6 Tabla Compresiones - base de datos.....	58
Tabla 7.7 Tabla Ventilaciones - base de datos.....	59
Tabla 7.8 Modelo Fisiológico - base de datos.....	59

### Apéndice

Tabla B.1. Datos calibración sensor ventilación .....	64-65
Tabla F.1 Niveles de las señales en el bus USB.....	74
Tabla F.2 Definición de los estados lógicos en el bus USB.....	76
Tabla F.3 Tabla de los valores del identificador de paquete.....	78
Tabla F.4 Límites de transferencia de control.....	83
Tabla F.5 Límites de transferencia Bulk.....	84
Tabla F.6 Límites de transferencia Isochronous.....	84
Tabla F.7 Límites de transferencia Interrupción.....	84