

PROYECTO FINAL



Universidad Tecnológica Nacional,
Facultad Regional Avellaneda, 2016.

Nombre del proyecto:

Controlador de dosificación de suero intravenoso.

Autores:

- Juan Angel Pérez
- Iván Alejandro Reyes
- L. Rodrigo San Román

Versión: 3.0

Fecha: 24-06-2022

INDICE

1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISPOSITIVO.....	4
1.1	Utilización	4
1.2	Alarmas	6
1.3	Monitoreo Central	6
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
3	DIAGRAMAS	10
3.1	Módulo transmisor	10
3.2	Módulo Receptor	12
4	MEMORIA DE CÁLCULO.....	13
4.1	Calculo del Tiempo entre Gotas	13
4.2	Calculo de gotas y pasaje a ml	15
4.3	Conversor Analógico / Digital	16
4.3.1	Muestreo	16
4.3.2	Cuantización	17
4.3.3	Codificación	17
4.4	Sensado de temperatura	19
4.5	Módulos XBee	20
4.6	Errores	23
4.6.1	Sensado temperatura	23
4.6.2	ADC interno PIC16F877A	24
4.6.3	Módulo transmisor y receptor XBee	24
5	DISEÑO ELECTRÓNICO.....	25
5.1	Lista de componentes	25
5.2	Diagrama esquemático	27
5.3	Circuito impreso	29
6	MANUAL DE USUARIO	30
6.1	Pasos a seguir desde el Transmisor o Router	30
6.2	Pasos a seguir desde el Receptor o Coordinador	31
7	LEGISLACIÓN.....	34
7.1	Normas	34
8	PLAN DE VENTAS	35
9	ORGANIGRAMA DE COMERCIALIZACIÓN.....	36



10 ESTRATEGIA DE VENTAS, PARTICIPACIÓN Y POLÍTICAS PARA INGRESAR AL MERCADO.....	37
11 CRECIMIENTO DEL MERCADO.....	38
12 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA.....	39
13 PRECIO DE VENTA PROPIO (PV).....	40
14 EQUIPOS IMPORTANTES Y PARTE EDILICIA.....	43
15 EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	44
16 CONFIABILIDAD.....	47
17 GARANTÍA.....	48
18 TRABAJOS FUTUROS.....	49

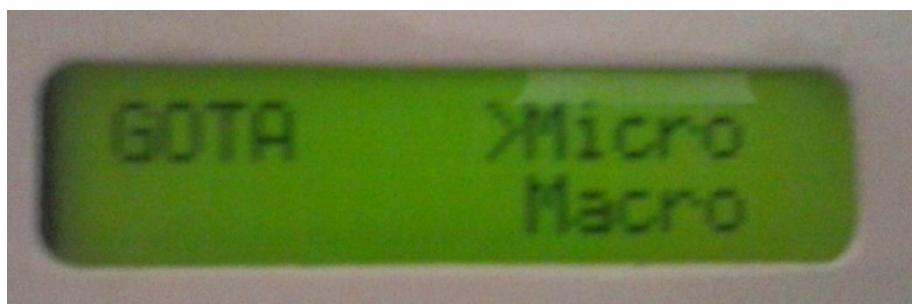


1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISPOSITIVO

El dispositivo de MM Innovation Technology © ofrece la posibilidad de visualizar la cantidad de suero real suministrada a un paciente, vía un display LCD en el dispositivo y también un monitoreo en forma remota, desde una computadora, laptop o tablet con sistema operativo Windows.

1.1 Utilización

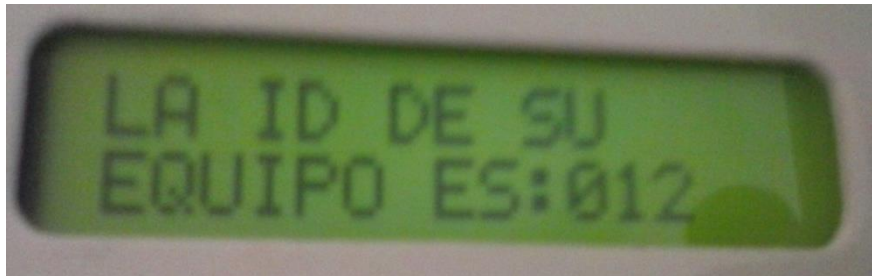
Al encender el dispositivo mediante el botón rojo ubicado del costado derecho del dispositivo, al encenderse mostrará para seleccionar el tipo de gota a utilizar. Mediante el botón DESPLAZAR, se cambiará la opción de Micro a Macro en forma cíclica, en la secuencia Micro => Macro => Micro sucesivamente. Una vez sobre la opción deseada, presionar el botón ENTER.



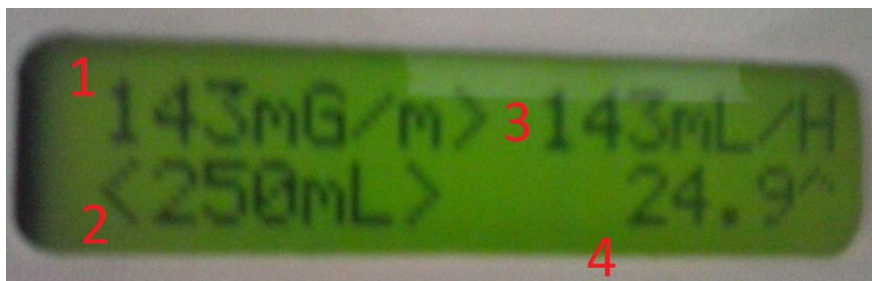
Luego se solicitará seleccionar el volumen del suero a administrar, siendo las opciones 250ml o 500ml. El desplazamiento entre una opción y la otra es el mismo que en el menú de tipo de gota, explicado anteriormente. Sobre la opción deseada, vuelva a presionar ENTER.



A continuación, mostrará el número de identificación del dispositivo, en este caso ID 012. Este número le será solicitado en el caso de contactarse con el soporte técnico de MM Innovation Technology ©.



Finalmente, se presentan los datos de medición sobre el suero administrado al paciente:



Indicadores:

- (1) Cantidad de micro o Macro gotas por minuto.
- (2) Volumen restante a administrar de suero.
- (3) Volumen administrado en una hora (mililitros por hora).
- (4) Temperatura ambiente donde se encuentra el dispositivo.

Estos datos son actualizados constantemente y transmitidos al programa central que llevará estadísticas de la administración de cada paciente.

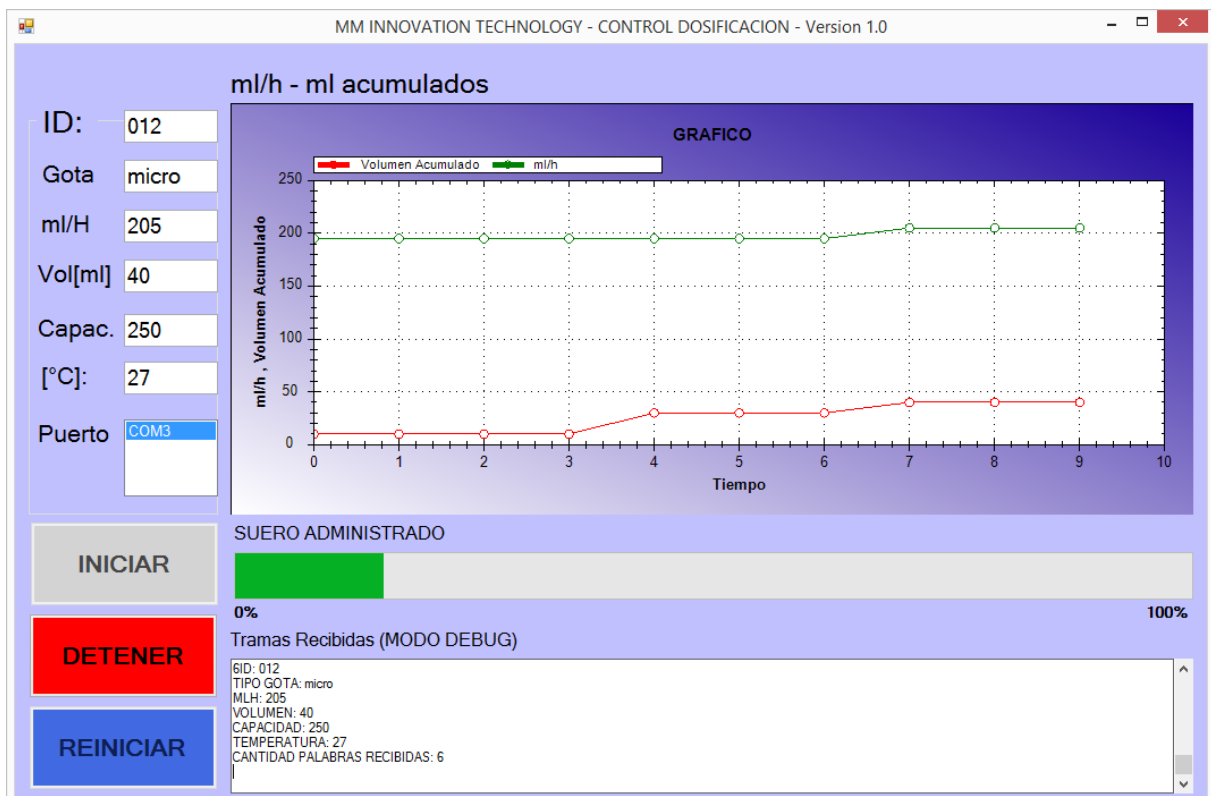
1.2 Alarmas

Si desea enviar una alarma de emergencia, presione el botón EMERGENCIA en el panel central del dispositivo.

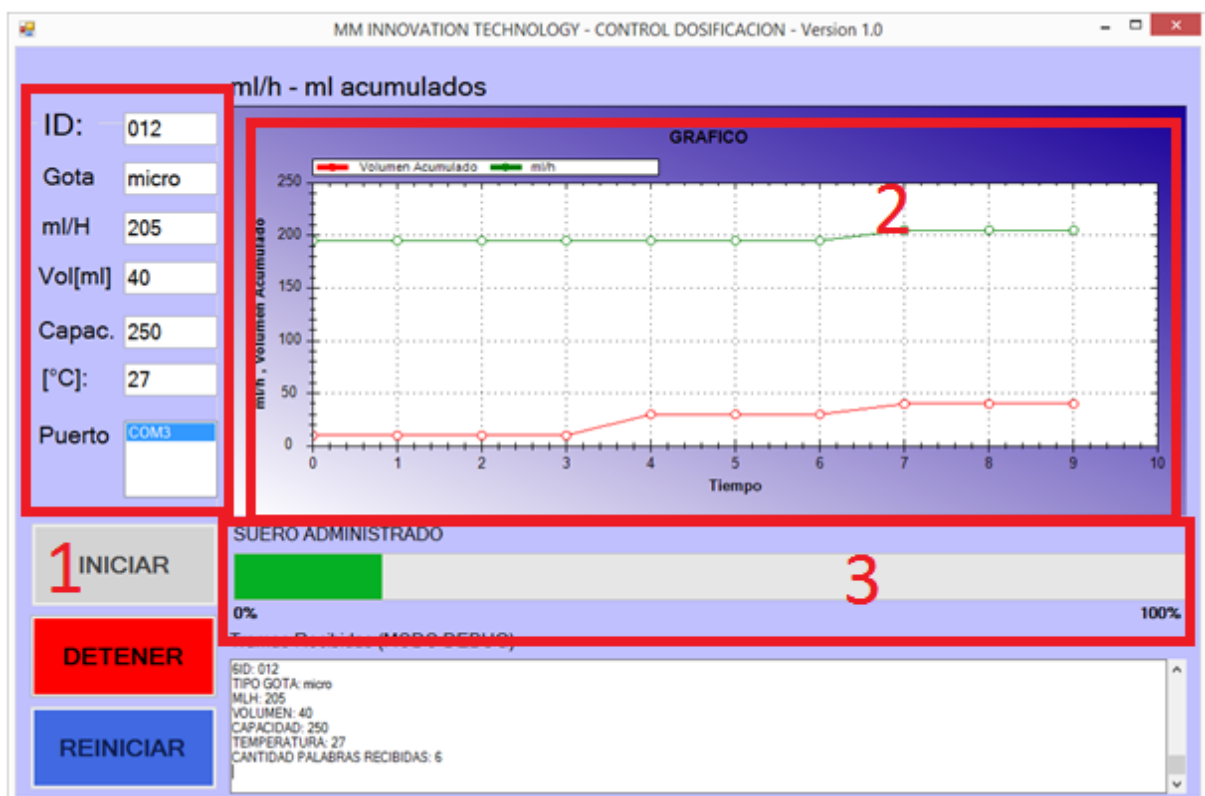
En caso de no recibir la administración de suero, sonará una alarma indicando que el dispositivo no visualiza suero administrándose. Para detener la alarma, presione el botón ALARMA.

1.3 Monitoreo Central

MM Innovation Technology ofrece un programa intuitivo y de fácil manejo para poder controlar todos los parámetros de monitoreo sobre el suero administrado.



- (1) Indicador de ID de dispositivo, tipo de gota (micro o Macro), mililitros hora, volumen suministrado al paciente (mililitros), capacidad del suero total (250ml o 500ml) y temperatura ambiente donde se encuentra el dispositivo.
- (2) Gráfico que permite visualizar los mililitros hora y el volumen de suero administrado al paciente a lo largo del tiempo monitoreado.
- (3) Barra de progreso para rápida visualización de la cantidad de suero administrado, entre el 0% y el 100%. A medida que la barra se llena, indica que el suero estará por agotarse.



2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En cada sala donde se encuentra un paciente se instala el sensor de goteo, que consta básicamente de un display (para tener visualización de la dosis suministrada), un sensor de temperatura (informa la temperatura ambiente de la sala), y un emisor de radio frecuencias (Router) el cuál enviará todos los datos a un módulo receptor (Coordinador), que se encuentra conectado a una PC, notebook, tablet o cualquier dispositivo que posea una interfaz USB. Sobre este equipo se instala un programa que consta de una interface amigable que concentrará, procesará y mostrará la información, proporcionando información precisa de la dosificación (gráficamente), el tiempo transcurrido desde que comenzó el goteo, la temperatura de la sala y con la posibilidad de incorporar la medición de los parámetros que crea necesario el cliente, solo se incorpora el sensor y se cambian tanto en el controlador como en la interface gráfica de la PC, la versión del software.

El proyecto surgió a partir de ver la necesidad de poder dosificar correctamente el suero, es algo cotidiano que la enfermera ingrese a la sala y quiera cambiar el suero, pero el anterior no se encuentra vacío aún, ya que no se dosificó correctamente. Este inconveniente es preocupante cuando el suero viene acompañado de calmantes u otras medicaciones, que deben ser dosificadas obligatoriamente, sino es así, pueden traer consecuencias.



En un principio cuando iniciamos el estudio de mercado para saber que fabricaba la competencia, pudimos encontrar tan solo 2 fabricantes de este tipo de equipos, los cuales no se encontraban en Argentina, ellos proponían una solución en la que solo indicaban el estado de la dosificación dentro de la sala. Pero nosotros además de lo anterior agregamos el envío de datos inalámbricamente y de esta forma generamos dos maneras distintas de control (Uno en la misma sala y otro desde la enfermería). Hoy en día el mercado creció y se pueden encontrar proyectos que faciliten este segundo control, aunque los dos factores principales que nos distinguen de la competencia son el precio y la posibilidad de incorporar las funcionalidades que el cliente crea necesarias.

Este proyecto tiene como objetivo facilitar el monitoreo que realizan los enfermeros, y tranquilizar al paciente o la persona que lo acompaña, sabiendo que la dosificación es la correcta.

Actualmente iniciamos la comunicación solo entre dos módulos, pero solo para evitar posibles fallas además de disminuir los costos en esta etapa, la idea es formar redes punto a multipunto o malladas de comunicación, controlando varios pacientes de forma optimizada, extendiendo el área de cobertura, y centralizando la información.

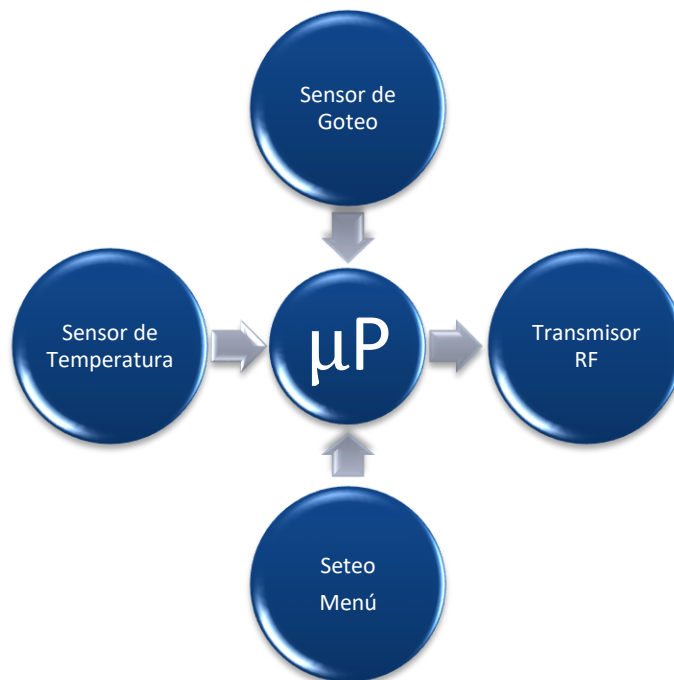
El dispositivo (Coordinador) está conectado a una PC, la cual recibe datos de los pacientes de manera inalámbrica utilizando el protocolo Zigbee, estos datos son procesados y se realizan los cálculos pertinentes para que se pueda mostrar en la pantalla la siguiente información: mililitros/min, una gráfica de la dosificación a lo largo del tiempo, la temperatura y si esta seteado en micro o macro gota.



3 DIAGRAMAS

3.1 Módulo transmisor

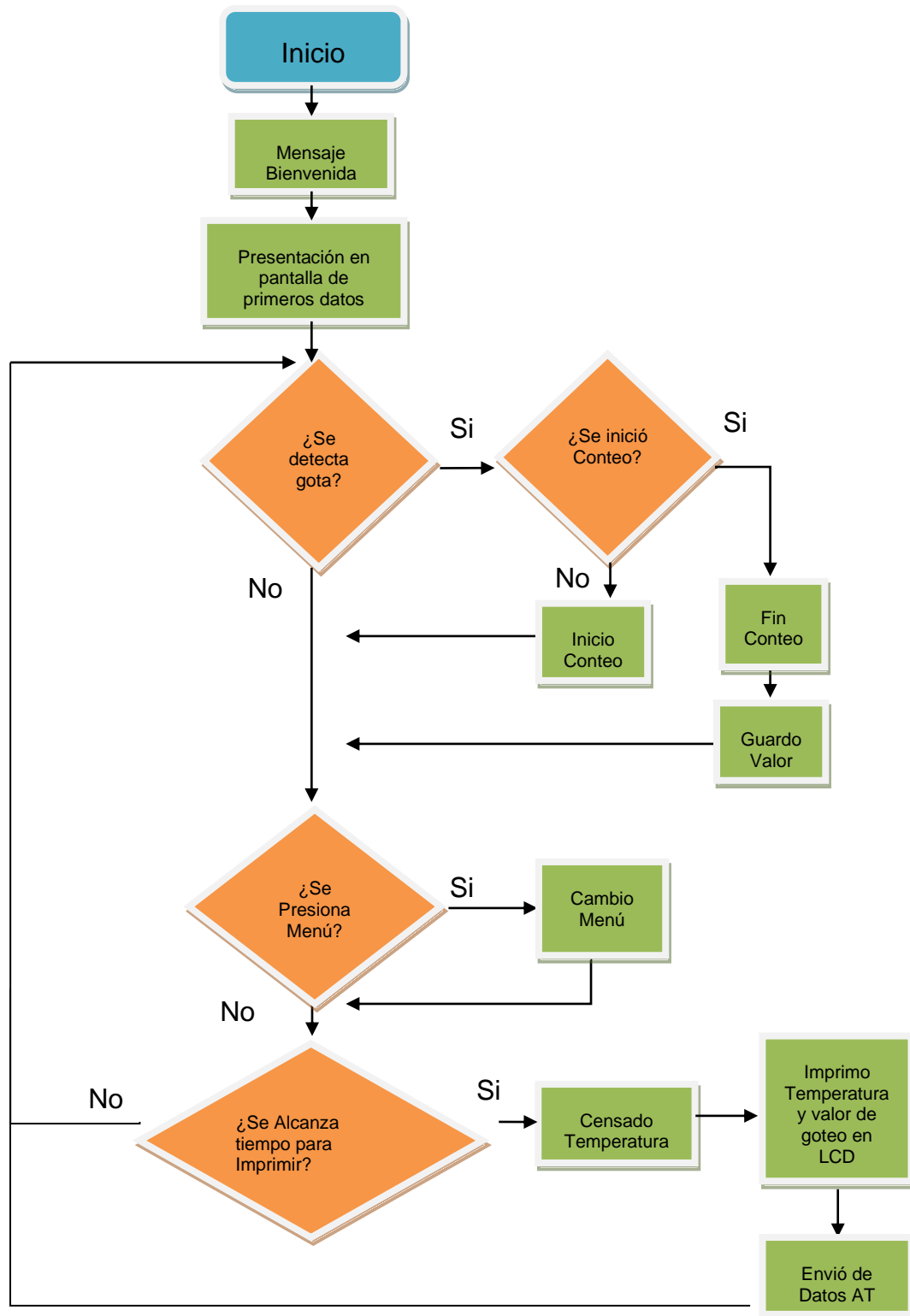
La siguiente figura corresponde al diagrama del módulo transmisor donde podemos observar las conexiones internas entre las diferentes partes:



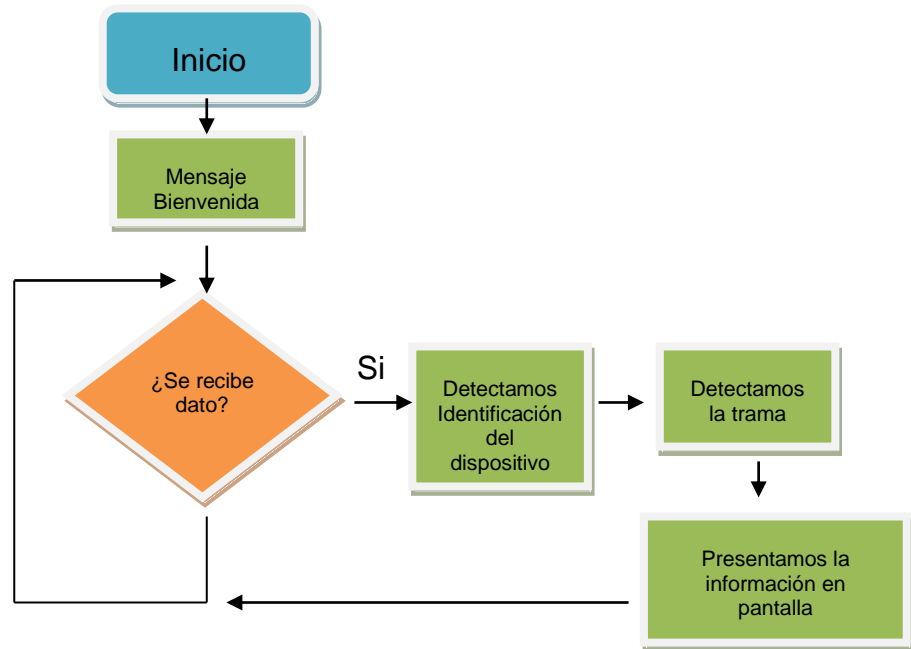
Para el módulo receptor lo representamos de la siguiente forma:



El diagrama de flujo completo será el siguiente:



3.2 Módulo Receptor



4 MEMORIA DE CÁLCULO

4.1 - Calculo del Tiempo entre Gotas

Como primera medida se toma que el tiempo que demora en realizarse una instrucción es de

$$C_i = \frac{F_{xtal}}{4} = \frac{4MHz}{4} = 1MHz$$

(ciclo maquina)

Por lo que el tiempo requerido por cada instrucción (en promedio) es $1\mu s$

Con este dato podemos calcular el tiempo de la interrupción del Timer1 del pic16f877A

$$Timer1 = [(65536 - precarga) * Prescaler] * T_i$$

Prescaler= 8

$T_i=1\mu s$

Lo que definimos es que el equipo se va a utilizar para medir desde 60 a 600 gotas por minuto por.

Ya que el valor de goteo es de baja velocidad (600 gotas por minuto) lo que vamos a buscar es medir tiempo y no frecuencia.

Como la cantidad de dígitos que vamos a utilizar es de 1 y la base de tiempo es de $1\mu s$, el error relativo de goteo es de $ec=N \cdot T_{clock}$

El $N=600 \Rightarrow$ el $ec=0,6e-6$ que es el error máximo.

Para reducir el error lo que utilizamos es una base de tiempo de 500ms donde acumulamos y para el cálculo final sumamos el valor actual del timer1 al momento de detenerse.

El cálculo final es

$$Timer1 = [(65536 - precarga) * Prescaler] * T_i$$

Despejando Precarga obtenemos el valor que hay que configurar en el programa, dicho valor en Hexa es =0BDC

Para calcular el valor del tiempo entre gotas utilizamos la siguiente formula

$$Total=(conteo*500)+((prueba-3036)*0.008)$$

Donde los 3036 corresponde a valor Hexa 0BDC en decimal.

Y los 0,008 es el tiempo que demora en avanzar un paso el Timer1 para el prescaler de 8.



4.2 - Calculo de gotas y pasaje a ml

$gotas = 60000 / tiempo$

Donde el tiempo es medido en ms por el microcontrolador.

Es un simple cálculo de regla de 3.

Este cálculo no se modifica si hablamos de micro o macro gotas.

Para el cálculo de gotas a mililitros debemos saber el tipo de gota

Para microgotas sabemos que $1ml = 20 \text{ macrogotas} = 60 \text{ microgotas}$

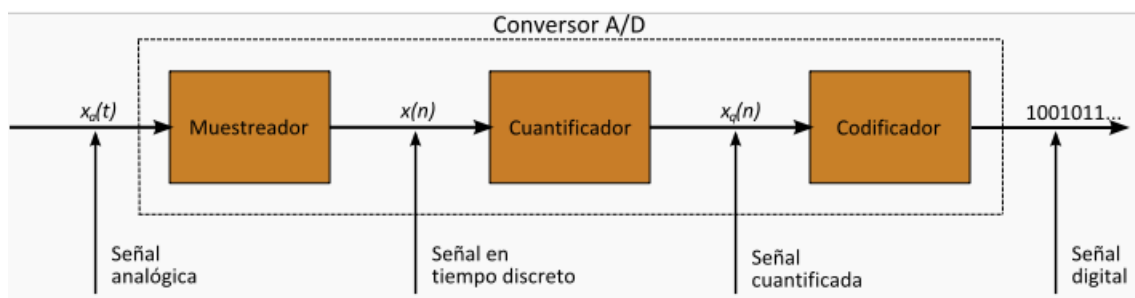
Por lo tanto, debemos dividir el valor de goteo por el tipo de gota para obtener de esta forma el valor final.



4.3 - Conversor Analógico / Digital

La conversión analógica-digital (CAD) consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

El diagrama de bloques de un conversor ADC puede sintetizarse en las siguientes etapas: muestreo, cuantización y codificación:



4.3.1 Muestreo

Para convertir una señal analógica en digital, el primer paso consiste en realizar un muestreo (*sampling*) de ésta, o lo que es igual, tomar diferentes muestras de tensiones o voltajes en diferentes puntos de la señal analógica. La frecuencia a la que se realiza el muestreo se denomina razón, tasa o también frecuencia de muestreo y se mide, por ejemplo, en kilohertz (kHz).



Durante el proceso de muestreo se asignan valores numéricos equivalentes a la tensión o voltaje existente en diferentes puntos de la señal analógica, con la finalidad de realizar a continuación el proceso de cuantización.

4.3.2 Cuantización

Una vez realizado el muestreo, el siguiente paso es la cuantización de la señal analógica. Para esta parte del proceso los valores continuos de la señal se convierten en series de valores numéricos discretos correspondientes a los diferentes niveles o variaciones de voltajes que contiene la señal analógica original.

Por tanto, la cuantización representa el componente de muestreo de las variaciones de valores de tensiones o voltajes tomados en diferentes puntos de la señal, que permite medirlos y asignarles sus correspondientes valores en un sistema numérico, antes de convertir esos valores, por ejemplo, en sistema numérico binario.



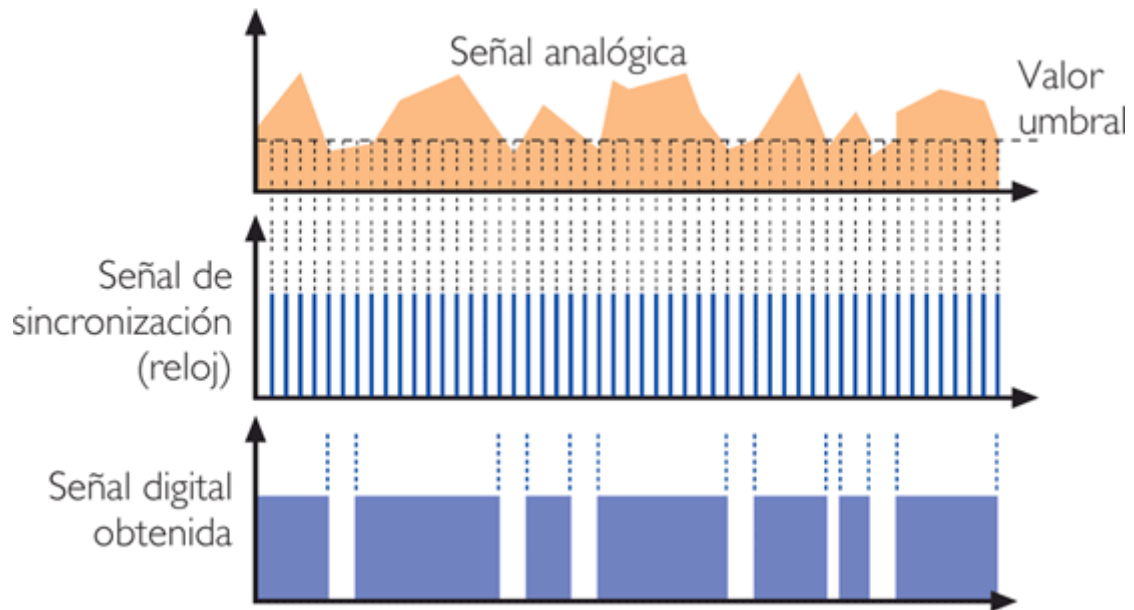
4.3.3 Codificación

Después de realizada la cuantización, los valores de las tomas de voltajes se representan numéricamente por medio de códigos y estándares previamente establecidos. Lo más común es codificar la señal digital en código numérico binario.



La codificación permite asignarle valores numéricos binarios equivalentes a los valores de tensiones o voltajes que conforman la señal eléctrica analógica original.

En el ejemplo gráfico de codificación, es posible observar cómo se ha obtenido una señal digital y el código binario correspondiente a los niveles de voltaje que posee la señal analógica.

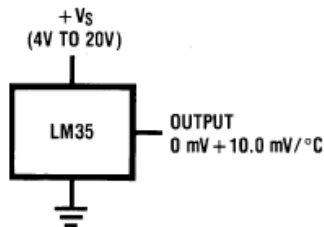


4.4 - Sensado de temperatura

En este proyecto se utilizó el sensor de temperatura integrado LM35. El LM35 es un sensor de temperatura con una precisión calibrada de 1°C . Su rango de medición abarca desde -55°C hasta 150°C . La salida es lineal y cada grado centígrado equivale a 10mV . Por ejemplo, si tenemos 150°C el LM35 dispondrá en su salida una tensión equivalente a 1500mV .

El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente. La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración hace posible que esté integrado sea instalado fácilmente en un circuito de control. Debido a su baja corriente de alimentación se produce un efecto de auto calentamiento muy reducido. Se encuentra en diferentes tipos de encapsulado, el más común es el TO-92, utilizada por transistores de baja potencia.

Esquemático de uso:



4.5 - Módulos XBee

Los módulos XBee son soluciones integradas que brindan un medio inalámbrico para la interconexión y comunicación entre dispositivos. Estos módulos utilizan el protocolo de red llamado IEEE 802.15.4 (ZigBee) para crear redes rápidas del tipo punto a multipunto, punto a punto, o malla (la más robusta). Fueron diseñados para aplicaciones que requieren de un alto tráfico de datos, baja latencia y una sincronización de comunicación predecible. Las radios XBee son una solución llave en mano del fabricante Digi, el cual se basa en el protocolo ZigBee.

- Elementos de una red ZigBee.

Coordinador: Tiene la función de formar una red, establecer el canal de comunicaciones y el PAN ID (identificador de red) para toda la red.

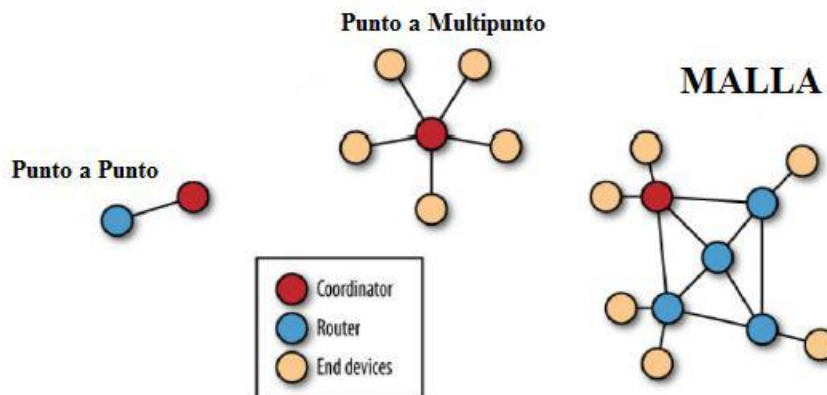
El Coordinador también hace las funciones de Router, esto es, participar en el enrutado de paquetes y ser origen y/o destinatario de información.



Router: Es un nodo que crea y mantiene información sobre la red para determinar la mejor ruta para transmitir un paquete de información. Su función es retransmitir paquetes de otros Router o End Devices.

End Device: Los dispositivos finales no tienen capacidad de enrutar paquetes.

No puede enviar información directamente a otro end device.



En nuestro caso usamos módulos XBee Serie 2, en topología punto a punto, lo cual fue previamente configurado a través del software X-CTU de libre uso.

Es posible encontrar en el mercado módulos con dos opciones de potencia de transmisión: regulares y PRO. Hay pocas diferencias entre un XBee regular y un XBee PRO más allá de la potencia. Los XBee PRO son más largos, consumen más potencia y son más costosos. El mayor consumo de potencia redundante en un mayor alcance (1,6 Km en vez de 91,5 metros) por lo que se han adoptado los XBee PRO para nuestra aplicación, aunque los dos modelos se pueden mezclar dentro de la misma red.



Pueden funcionar en modo transparente (AT) o por medio de comandos API.

MODO AT:

Ventajas:

- ✓ Simple.
- ✓ Transparente (Se recibe exactamente lo que se envía).

Desventajas:

- ✓ Se debe entrar al modo comando para cambiar el destino del mensaje
- ✓ No se indica de dónde proviene el mensaje
- ✓ El modo comando es lento

MODO API:

Ventajas:

- ✓ Simple cambio de destino de mensaje
- ✓ Hay indicación de origen y destino de un dato
- ✓ Los datos pueden contener comandos AT
- ✓ Permite configurar en modo remoto
- ✓ Hay chequeo de errores interno
- ✓ Posibilidad de reconfigurar características entre dos mensajes distintos.

Desventajas:

- ✓ Se debe armar la trama para transmitir el mensaje.
- ✓ Se debe leer y castear la trama para comprender el mensaje

Para nuestra aplicación elegimos el modo AT, que nos permite tener control de los módulos.

Seguridad:

Se puede agregar seguridad a las comunicaciones encriptando la información con código 128AES. Las tramas son desencriptadas y encriptadas nuevamente en cada nodo (en los saltos, en los routers y coordinadores).



4.6- Errores

Como todo dispositivo de medición, este presentará un error. Para el caso del dispositivo de sensado de suero intravenoso, podemos discriminar los siguientes errores en las tomas de los diferentes datos que procesa este dispositivo.

4.6.1 Sensado temperatura

El sensor de temperatura presenta una exactitud referenciada mediante las siguientes curvas proporcionadas por el fabricante.

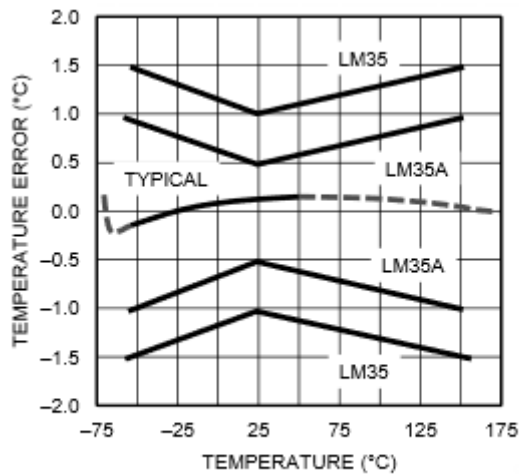


Figure 8. Accuracy vs Temperature (Ensured)

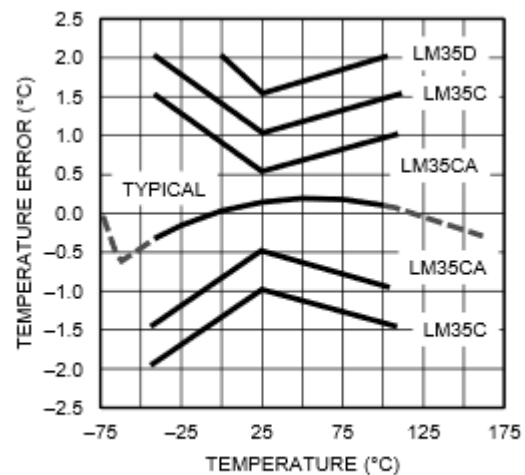


Figure 9. Accuracy vs Temperature (Ensured)

El gráfico indica el error (en °C) en referencia a la temperatura medida para las diferentes versiones del sensor de temperatura. En nuestro caso, podemos determinar que el error máximo será de 0,5°C cuando la temperatura ambiente esté comprendida entre 20°C y 30°C, valor más que aceptable para el sensado de la temperatura ambiente del lugar donde esté ubicado el paciente.

4.6.2 ADC interno PIC16F877A

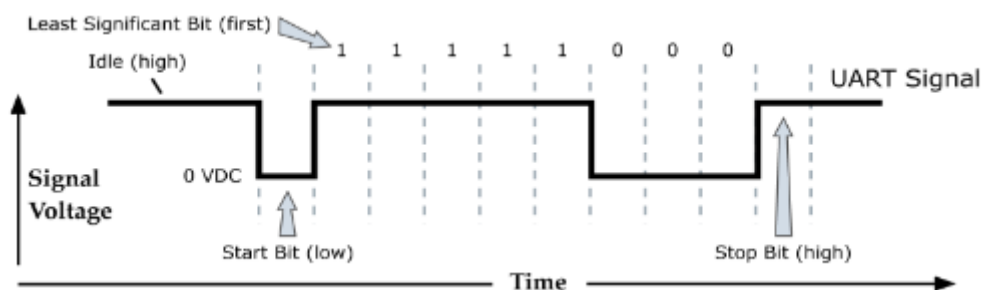
El ADC interno del PIC utilizado posee una resolución de 10bits para la conversión analógica a digital y el error presentado es de $\frac{1}{2}$ LSB. Si tenemos en cuenta que se presentan 1023 niveles distintos en la conversión con la resolución de 10bits, el error será totalmente despreciable, dado que el mismo será, según el manual proporcionado por el fabricante de $\frac{1}{2}$ LSB, es decir, el bit menos significativo.

4.6.3 Módulo transmisor y receptor XBee

Cada módulo transmisor y receptor (XBee) posee garantizado un error de transmisión de paquetes ocasionado por buffer overflow o error en el dispositivo, menor a 1 paquete cada millón. Para tramas cuya información sea menor a 202 bytes, el fabricante indica que es posible rescindir del control de flujo en el manejo de los datos, pudiendo prevenir el buffer overflow.

En nuestro caso, como se transmiten menos de 100bytes de información por trama, se rescindió de la necesidad del control de flujo de datos, previniendo los errores mencionados anteriormente.

Teniendo en cuenta que la velocidad de variación de los datos sensados de la gota es muy superior a la variación de la temperatura ambiente y habiendo calculado una tasa de transferencia de 9600bps (1200Bytes/s), utilizamos menos del 10% del total de ancho de banda configurado en los dispositivos, siendo el máximo 125.000bps. Asimismo, este dispositivo posee 16 canales configurables para la transmisión de datos. En nuestro caso, adicionalmente a la verificación de los datos obtenidos (mediante un chequeo CRC adicional al ofrecido por el protocolo de transmisión del dispositivo) se utilizan dos canales de transmisión, uno como backup del otro, minimizando el error en la transmisión, que en el peor de los casos sería de 1 gota en la máxima resolución del dispositivo (600ml/h), es decir, 0,01% en micro gota (20 mmicro gotas = 1ml) y 0,003% en Macro gota (60 Macro gotas = 1ml).



5 DISEÑO ELECTRÓNICO

5.1 Lista de componentes

La siguiente lista contempla los componentes utilizados en el prototipo individual de un paciente. Cabe destacar que en un lugar donde se tiene más de un paciente se utilizará un solo receptor para la cantidad total de emisores.

N° Resistencia	Valor [Ω]
R1	1K
R2	320
R3	1K
R4	220
R5	10K
R6	10K
R7	1k
R8	1,5K
R9	2,2K
RV2	50K

N° Capacitor	Valor (nF)
C1	0.022
C2	0.022
C3	100
C4	100
C5	1000

Cristal	Valor (Mhz)
X1	4



Componentes activos	Cantidad
PIC16F877A	1
Transceiver Digi XBee Pro	2
LM7805	1
LM317	1
LM35	1
Display 16X2	1
Interface serie Xbee	1
Led 3mm Rojo	1
Diodos Infrarrojos	2

Otros componentes	Cantidad
Pines macho 16X1, espaciado 2,54 mm	1
Zócalo hembra 16X1 espaciado 2,54 mm	1
Zócalo hembra 10X1 espaciado de 2 mm	2
Zócalo hembra 20X2 espaciado 2.54 mm	1
Botón N/A	1
Tecla On/OFF	1
Placa Epoxi 10cm X 5cm	1
Cable mini USB a USB	1
Transformador 220V AC/ 9V DC	1



5.2 Diagrama esquemático

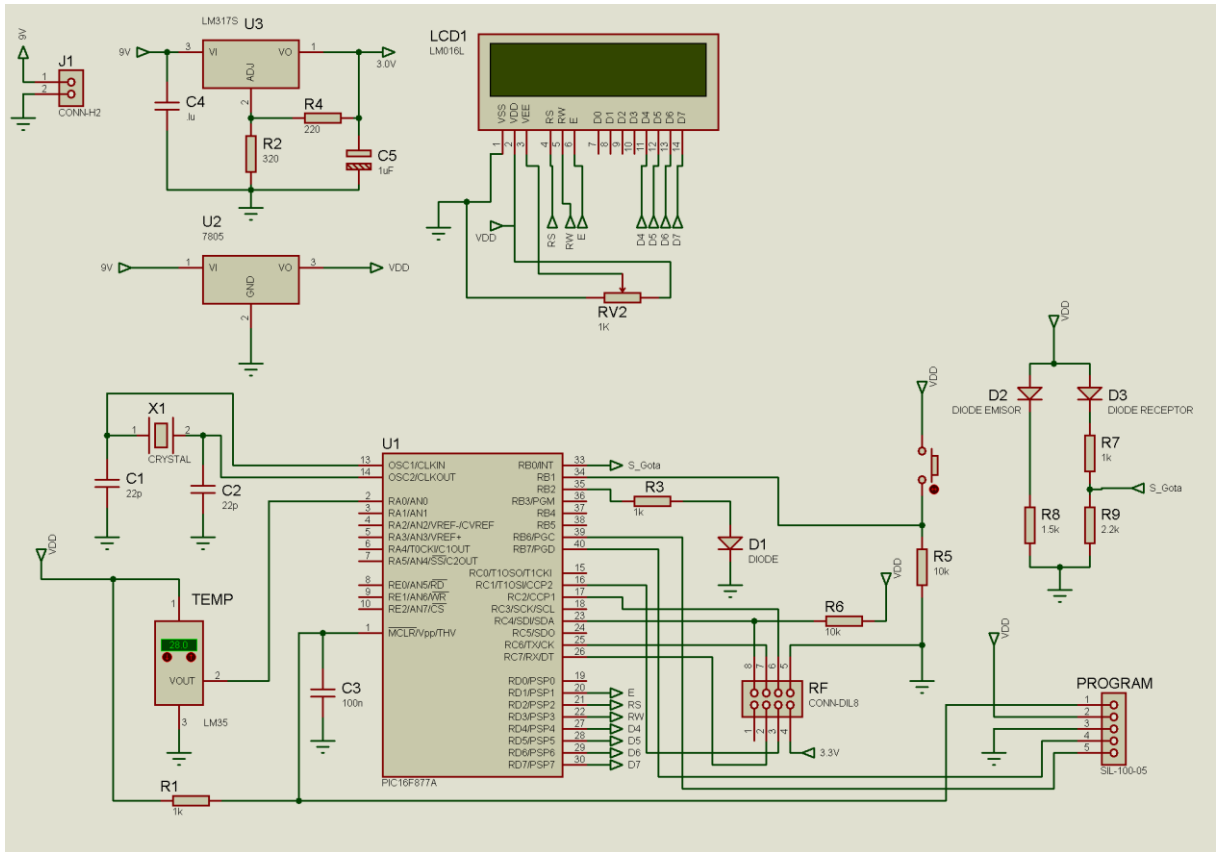
En la siguiente tabla se pueden observar las características más relevantes del microcontrolador utilizado:

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
CPU	Risc
Canales Pwm	2
Pila Hardware	-
Ejecución En 1 Ciclo Máquina	-



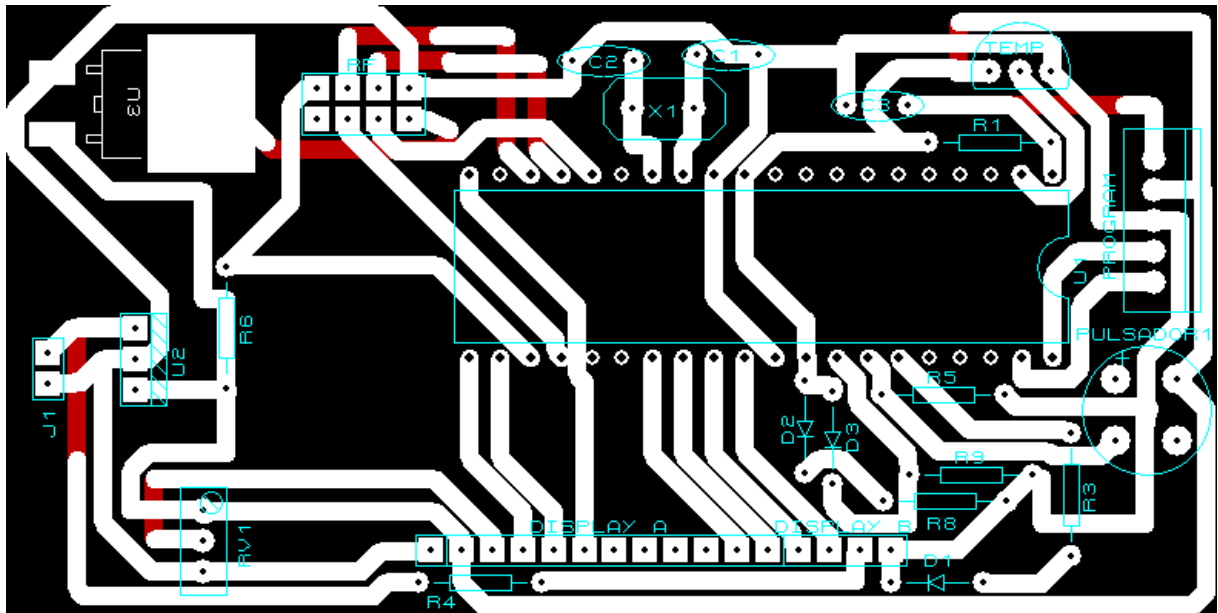
En lo que se refiere a la comunicación inalámbrica, se decidió implementar el radio XBee Pro S2B del fabricante Digi por sus potentes prestaciones y facilidad de uso.

Dicho transceiver implementa el protocolo de comunicación ZigBee y opera en la banda ISM de 2,4GHz (los canales de comunicación van desde 2.405 MHz a 2.480 MHz) con potencias de transmisión que alcanzan los 18 dBm.



5.3 Circuito impreso

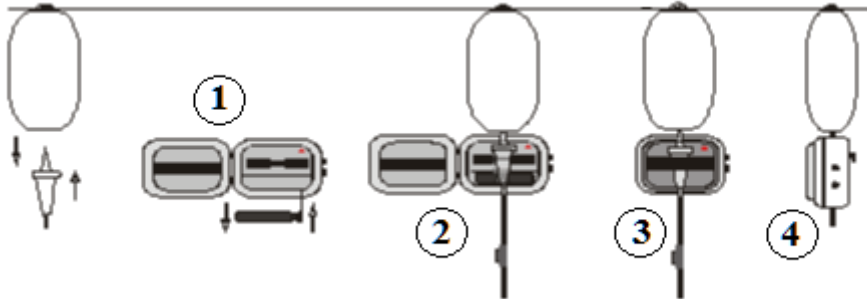
El circuito impreso tiene una dimensión de 10cm X 5cm.



6 MANUAL DE USUARIO

6.1 Pasos a seguir desde el Transmisor o Router

A) Proceda a ubicar el lector de goteo según la imagen



B) Sujete el indicador al soporte del suero.

C) Conecte el equipo al transformador de corriente y este a la red de alimentación.

D) Presione la tecla de encendido que se encuentra en el equipo.

E) Presione el botón Menú que se encuentra en el equipo y cambie la indicación entre Micro o Macro gotas según corresponda.

F) Regule la dosificación manualmente hasta que pueda visualizar en la pantalla la dosificación requerida.

G) Una vez que finalizó el monitoreo, proceda a apagar el equipo y luego a desconectarlo de la alimentación.

H) En caso de que el paciente no utilice más el dispositivo, retire de manera cuidadosa y guárdelo en su empaque.



6.2 Pasos a seguir desde el Receptor o Coordinador

A) Conecte el coordinador a un puerto USB de la PC.

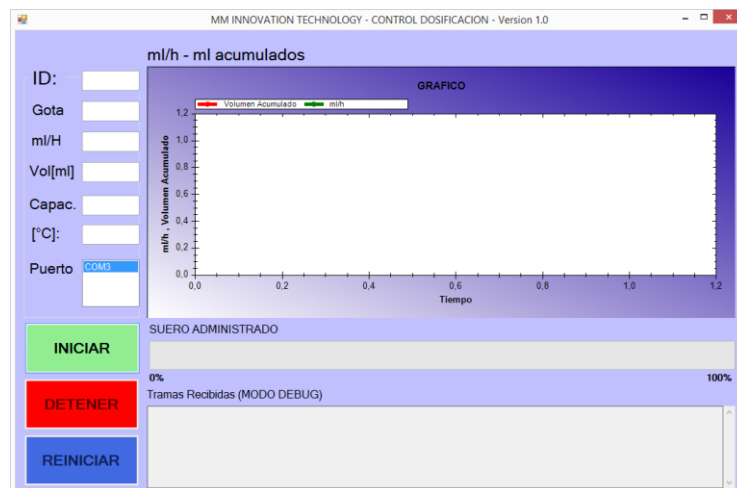


B) Abra la aplicación Dosificador.exe

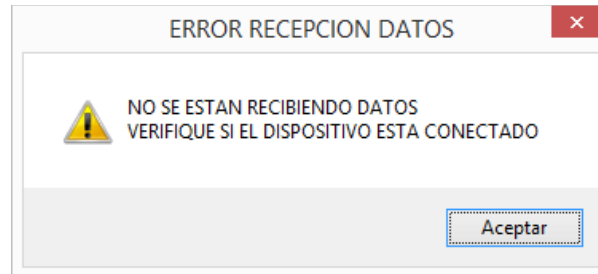
Nombre

Dosificador

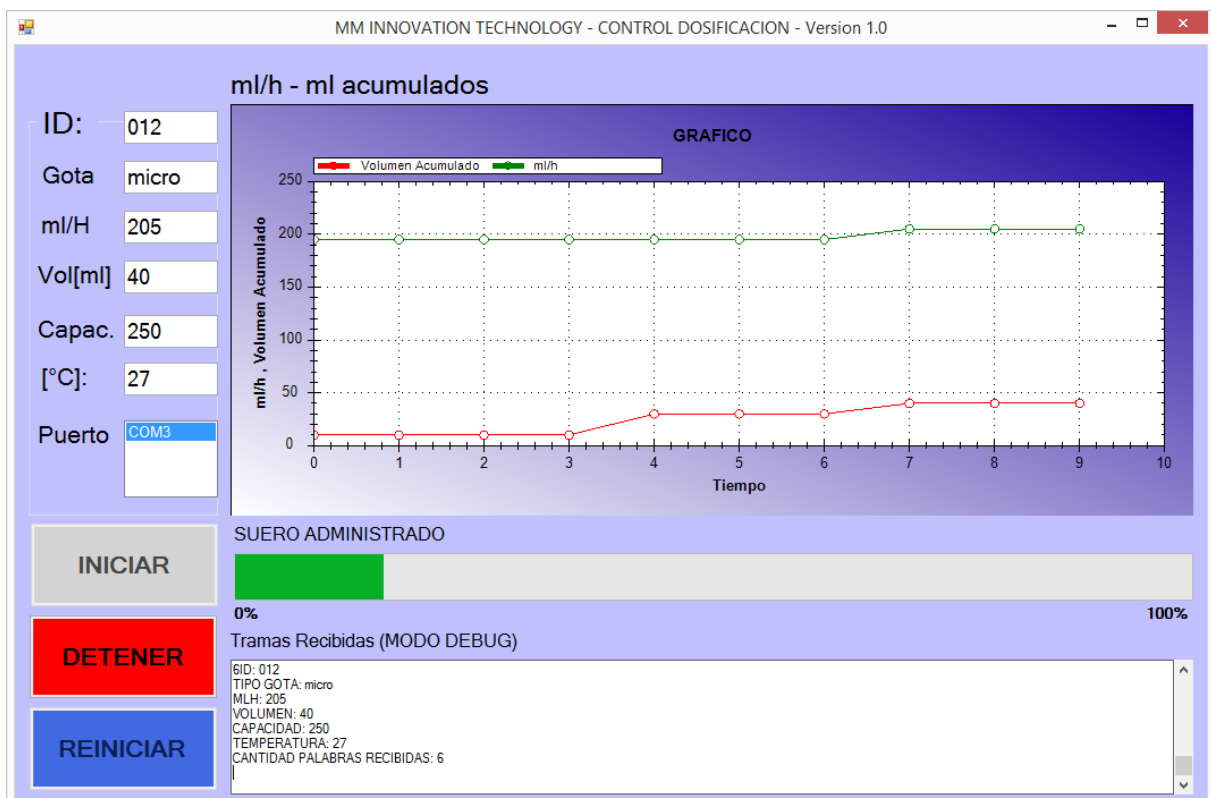
C) Una vez que ingresó a la aplicación se abrirá una ventana como la siguiente:



- D) Debe corroborar que el Transmisor o Router esté conectado y funcionando correctamente, de no ser así por favor conéctelo. En caso de no estar conectado, recibirá una alarma del programa.



- E) Luego de cumplir el punto anterior presione el botón **“INICIAR”** que se puede ver en la imagen mostrada del punto C.
- F) La imagen que verá en pantalla será la siguiente:



Suero Administrado: Muestra una barra indicando la cantidad de suero suministrada. Cuando dicha barra llegue al margen derecho (100%) indicará que todo el suero fue suministrado.

Gráfico ml/h y ml: Indica el progreso temporal de la cantidad de mililitros por cada hora de tiempo (gráfico de líneas verdes). La línea roja indica el volumen acumulado y su progreso a medida que transcurre el tiempo.

- G) Una vez que se finalizó de utilizar el programa se presione la tecla “**DETENER**” que aparece en la figura anterior y cierre la aplicación.
- H) El botón “**REINICIAR**” permite reiniciar los datos en el gráfico de ml/h y volumen acumulado. Este botón estará disponible solo si previamente se ha presionado el botón “**DETENER**”.
- I) Desconecte el módulo receptor del puerto USB de la PC.
- I) Por último, si no utiliza más el dispositivo, guárdelo en su empaque.



7 LEGISLACIÓN

7.1 Normas

Dentro de las Normas aplicables a EMC en equipamiento electromédico podemos obtener las IEC 60601-1-2 o, su equivalente en nuestro país, IRAM 4220-1-2.

La IRAM 4220 Parte1-2 especifica los requisitos generales para la seguridad básica y funcionamiento esencial de equipos electromédicos.

La IEC 60601-1-2 habla de la inmunidad o susceptibilidad de los equipos.

La existencia de las Normas de Emisión electromagnética es esencial para la protección de Servicios de seguridad, otros equipos electromédicos y sistemas electromédicos, además de otros equipos eléctricos que no se apliquen en la electromedicina (por ej. una PC).



Por otro lado, las Normas de Inmunidad electromagnética son esenciales para asegurar la seguridad de los equipos y sistemas electromédicos.

Actualmente no existe legislación argentina específica que regule el uso de wereables (dispositivos electrónicos que se usan en el cuerpo). En países como Estados Unidos, distintas agencias gubernamentales como la FDA (Food and Drug Administration) acaba de publicar un borrador que ha enviado a la industria de aplicaciones móviles, wereables y otros productos de salud y bienestar estableciendo criterios para regular este tipo de productos. No obstante, la regulación actualmente es escasa. La comisión europea también ha empezado a tomar cartas en el asunto, aunque ahora no hay una legislación elaborada al respecto.

Por otro lado, lo que podemos destacar es el uso del módulo XBee para la transmisión de datos inalámbrica, la cual utiliza la banda de 2,4 GHz que actualmente es libre para uso comercial y/o civil. No se requiere la autorización de la Autoridad Federal de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (AFTIC) para su operación.

8 PLAN DE VENTAS

Este producto se posiciona en un mercado que apunta a solucionar el inconveniente de la estimación en la administración intermitente y continua de sueros. No existen prácticamente en el mercado local productos disponibles con los mismos beneficios y a un costo reducido, lo que permite disponer de un plan de ventas óptimo.

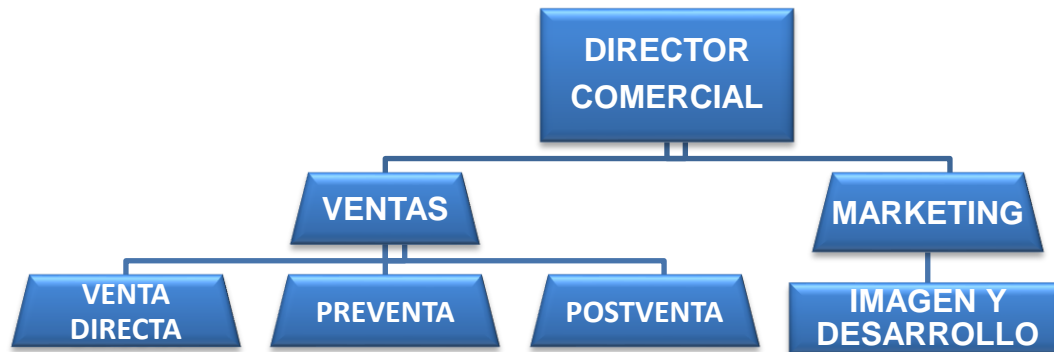
Consumidores – Tipo de mercado: Nuestra empresa se dirigirá directamente al consumidor final del producto, otorgando una lista de precios a los mayores consumidores. Esta lista de precios será renovada periódicamente teniendo en cuenta los ajustes pertinentes. Dentro del grupo de consumidores, se encuentran hospitales, clínicas privadas, es decir, cualquier centro médico que necesite controlar la dosificación de la administración de suero y poder disponer de un método de control no presencial.

Distribución: Esta será de tipo indirecto: fabricante - agente de ventas - consumidor, pudiéndose en posteriores etapas considerar la incorporación de sucursales de distribución.

Beneficios: Cada consumidor será asesorado, tanto previo a la compra del equipo como post-venta. Lo óptimo es adaptar el producto a la necesidad global de los clientes. La necesidad debe ser analizada en su totalidad, para poder permitir la mejora del equipo en base a los requerimientos que van surgiendo.



9 ORGANIGRAMA DE COMERCIALIZACIÓN



La empresa MM Innovation Technology presenta un Director General, encargado de la supervisión y control de todas las áreas de la empresa.



En Ventas se dispone de tres ramas, venta directa encargada de vender los productos y servicios de la empresa, preventa encargada de ofrecer los productos y búsqueda de nuevos mercados y postventa encargada del seguimiento luego de la venta de productos y servicios, así como asesoría sobre los productos adquiridos.

Asimismo, se dispondrá de un área encargada del diseño de la imagen y desarrollo corporativo, así como del planeamiento de campañas de marketing sea tanto vía gráfica como medios audiovisuales.

10 ESTRATEGIA DE VENTAS, PARTICIPACIÓN Y POLÍTICAS PARA INGRESAR AL MERCADO

Dado que es un mercado local prácticamente inexistente, es posible aprovechar la penetración del mercado mediante precios competitivos y como principal ventaja, ya mencionada anteriormente, tendremos que cada cliente dispondrá de un asesor y técnico personalizado, logrando adaptar el servicio a sus necesidades.

Resumiendo, la estrategia está determinada por los siguientes ítems:

- Penetración de mercado: bajo precio.
- Se brinda servicio de mantenimiento.
- Desarrollo del producto localmente.



11 CRECIMIENTO DEL MERCADO

La industria electromédica constituye un negocio amplio que abarca varios factores y servicios. Teniendo en cuenta que este tipo de productos no presenta representación local de los fabricantes asiáticos ni europeos y que la importación de este tipo de productos continúa siendo dificultosa, brinda una gran posibilidad de crecimiento de mercado.

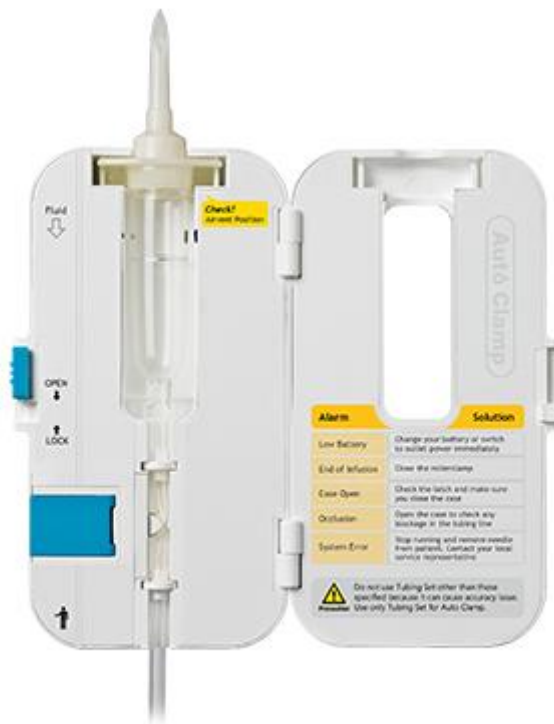
Dentro del abanico de informes de medios de comunicación, podemos destacar un artículo publicado por el Cronista Comercial el 9 de febrero del corriente año, donde indica que el mercado de dispositivos inalámbricos crecerá poco más de un 18%. Las grandes empresas, estimulan el consumo de equipos denominados wearables, para mejorar el confort de los consumidores. Teniendo en cuenta esta tendencia a “consumir” más dispositivos inalámbricos que otorgan un mayor confort, podemos determinar que nuestro dispositivo, con la versatilidad y comodidad en el control de la dosificación de suero, posee una gran oportunidad de crecimiento en el mercado de la electromedicina.



12 ANÁLISIS DE LA COMPETENCIA

Dentro del mercado local, no existen productos patentados que brinden los beneficios del nuestro. En el mercado internacional disponemos de varios productos a un costo superior al nuestro. Como competencia, podemos mencionar los siguientes dispositivos:

AutoClamp (Oficinas Comerciales en Corea)



Ventajas:

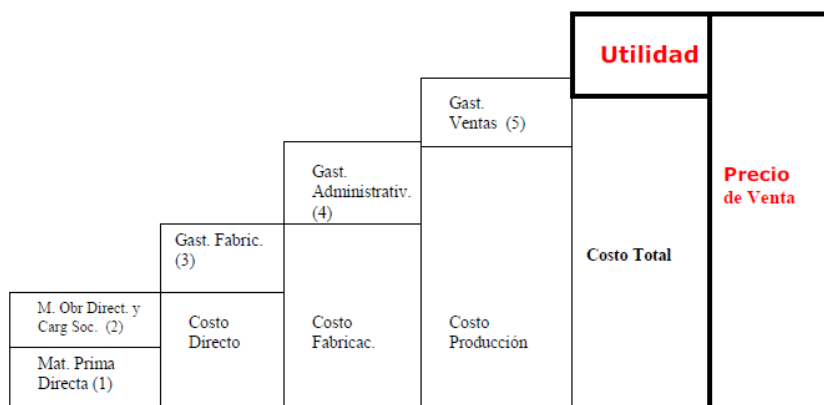
- Control de flujo programable. Esta función, por el momento, no se dispone en el proyecto actual.

Desventajas:

- El uso no está regulado en Argentina, dado que la pestaña que presiona la manguera/alargadera puede entrar en contacto con el fluido que el paciente está recibiendo
- Costo muy superior
- Corta duración de la batería.

13 PRECIO DE VENTA PROPIO (PV)

Basándonos en el método de costeo integral (absorción):



Referencias:

(1): Costos de Materia prima.

(2): Sueldos de Operarios, ayudantes.

(3): Gastos de: Mantenimiento, servicios: Limpieza, vigilancia, sueldos de supervisores, inspectores, etc.

(4): Costos de otros sectores como RHH, Finanzas, Compras, Medicina, Seg. e Higiene, Depósitos, etc., más sus servicios como electricidad, centro de cómputos, impresiones, etc.

(5): Costos de Gerencia de ventas, de facturaciones, de equipos de servicios. De postventas, capacitaciones, administración de ventas.

En base a lo anterior, tenemos los siguientes valores:

Componentes	Cantidad Utilizada	Precio Unitario (2016)	Costo Total (2016)	U\$S 2016	ARG \$ (2022)
LCD 16X2 GDM1602K	1	84,30	84,30	5,81	1279,0
PIC 16F877A	1	93,50	93,50	6,45	1418,6
LM35	1	26,50	26,50	1,83	402,1
LM317	1	12,50	12,50	0,86	189,7
LM7805	1	25,00	25,00	1,72	379,3
Cristal 4Mhz	1	15,00	15,00	1,03	227,6
Capacitores Cerámicos	4	0,65	2,60	0,04	39,4
Capacitores Electrolíticos	1	5,60	5,60	0,39	85,0
Resistencias (al 5%)	10	0,53	5,30	0,04	80,4
Preset	1	2,00	2,00	0,14	30,3
Switch / Llave	2	5,00	10,00	0,34	151,7
Zócalos	3	2,10	6,30	0,14	95,6
Módulo Inalámbrico XBee	2	399,00	798,00	27,52	12107,6
Placa	1	6,00	6,00	0,41	91,0
Caja	1	250,00	250,00	17,24	3793,1
LED	1	1,40	1,40	0,10	21,2
Transformador	1	80	80	5,52	1213,8
TOTAL			1424,00		21605,5



El costo total del producto, en producción en escala media, se establece en \$21605,50. La producción a media – gran escala nos proporcionará una reducción en los costos de los componentes en alrededor de un 10 a 15%, proporcionando una ampliación en los márgenes de ganancia.

Materia Prima Directa		
Cantidad	Sueldo	Total + Cargas Sociales
2	80000	240000
200	21605	4321000
Costo Directo		
		4561000
Gastos Fabricación		
		0
Costo Fabricación		
		4561000
Gastos Administrativos		
1	68000	102000
Costos de Producción		
		4663000
Gastos de Ventas		
2	70000	210000
Costos Total		
		4873000
Utilidad		
		20%
		5847600
Precio de Venta		
		29238,00



Luego de contemplar todos los procesos y personal que interviene, estableciendo una utilidad del 20%, se obtiene un precio de venta (PV) de \$29238, el cual contempla el sueldo de los empleados, cargas sociales, aguinaldo y un reajuste salarial del 25% anual.

14 EQUIPOS IMPORTANTES Y PARTE EDILICIA

Valores

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Bienes de Capital				
Alquiler	Unid.	1	1350000	1350000
Vehiculos				
Partner	Unid.	2	3000000	6000000
Utiles				
Mobiliario	Unid.	5	40000	200000
Computadoras (Equipos, impresoras, etc.)	Unid.	5	100000	500000

Respecto del alquiler, cabe aclarar que se contempló un valor mensual de \$100.000 con un índice de ajuste del 25% a los 6 meses. El ítem "Alquiler" contempla la totalidad del alquiler por el período de 1 año.



Amortizaciones anuales

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio
1	Amortización edificio	Anual	2%	0
2	Amortización máquinas y equipos	Anual	20%	100000
3	Amortización vehículos	Anual	10%	600000
4	Amortización útiles	Anual	10%	20000
				720000

Se contemplan las amortizaciones en las máquinas, vehículos y demás elementos utilizados (útiles, etc.). Esto nos brinda una amortización anual de \$720.000, en base a la inversión inicial sobre cada uno de los ítems. La amortización edilicia es nula, dado que se alquila el establecimiento.

15 EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN

En el siguiente cuadro resumen se indica nuevamente la proyección de la demanda para poder explicar los valores calculados en la tabla posterior, utilizada para el cálculo del TIR.

Año	Clientes
1	2.400
2	2.400
3	2.400
4	2.400
5	2.400

Período	Valor	
0	-22.000.000	Inversión Inicial
1	1.638.200	
2	16.975.450	
3	27.124.293	
4	40.719.193	
5	58.758.712	
TIR	68%	



En el período 1, tenemos en cuenta la inversión inicial (alquiler, máquinas y equipos, materias primas iniciales para sustentar la producción 3 meses, etc.) con un valor total de \$22.000.000. Los siguientes valores se van desarrollando año tras año y se calcularon de la siguiente manera:

Materias Primas:

En el primer año, se adquieren la totalidad de los equipos, es decir, 2400 dispositivos. En los subsiguientes años se estipula vender la misma cantidad de equipos.

Útiles e insumos:

El primer año se adquieren útiles e insumos por un valor de \$200.000. Ídem con los restantes años.

Ventas:

Las ventas se componen del valor del equipo. El primer año, se venden 2.400 equipos. El segundo año, se mantiene la misma cantidad de equipos a la venta, pero se incrementa el precio en un 25% cada año.

Sueldos y cargas sociales:

Se contempla un incremento de los sueldos, respecto a la tabla inicial de la sección de un 25% anual, contemplando las paritarias promedio.

Servicios:

Se estima un gasto mensual de \$100.000 de los servicios básicos e internet, con un estimativo de incremento anual reflejado en los valores de los años 2 al 5.

Amortizaciones:

Dado que se analiza un período de 5 años, se contemplan todas las amortizaciones posibles (maquinarias, útiles, etc.). No se contempla la amortización edilicia dado que se alquila.

Tomando los valores anuales de gastos e ingresos por ventas, se confecciona una tabla que resume los ítems en los grupos explicados en el ítem anterior:



Descripción	Año	Capital	Valor amortizado
Edificio	2016	1000000	0
	2017	1000000	0
	2018	1000000	0
	2019	1000000	0
	2020	1000000	0
Máquinas y equipos	2016	50000	10000
	2017	50000	10000
	2018	50000	10000
	2019	50000	10000
	2020	50000	10000
Vehículos	2016	280000	28000
	2017	280000	28000
	2018	280000	28000
	2019	280000	28000
	2020	280000	28000
Útiles	2016	50000	3000
	2017	50000	3000
	2018	50000	3000
	2019	50000	3000
	2020	50000	3000

Desglose de costos, amortizaciones y resultados anuales - Proyección a 5 años:

Período / Año	Descripción	Valor	Resultado Año
1	Terreno y Edificio	-1.350.000	1.638.200
	Vehículos	-6.000.000	
	Maquinas , equipos y mobiliario	-500.000	
	Materias primas	-51.852.000	
	Útiles e insumos	-200.000	
	Ventas	70.171.200	
	Sueldos y cargas sociales	-8.151.000	
	Servicios	-1.200.000	
	Amortizaciones	720.000	
2	Terreno y Edificio	-1.518.750	16.975.450
	Materias primas	-59.629.800	
	Útiles e insumos	-200.000	
	Ventas	87.714.000	
	Sueldos y cargas sociales	-10.188.750	
	Servicios	-1.440.000	
	Amortizaciones	720.000	
3	Terreno y Edificio	-1.708.594	27.124.293
	Materias primas	-68.574.270	
	Útiles e insumos	-200.000	
	Ventas	109.642.500	
	Sueldos y cargas sociales	-12.735.938	
	Servicios	-1.728.000	
	Amortizaciones	720.000	
4	Terreno y Edificio	-1.922.168	40.719.193
	Materias primas	-78.860.411	
	Útiles e insumos	-200.000	
	Ventas	137.053.125	
	Sueldos y cargas sociales	-15.919.922	
	Servicios	-2.073.600	
	Amortizaciones	720.000	
5	Terreno y Edificio	-2.162.439	58.758.712
	Materias primas	-90.689.472	
	Útiles e insumos	-200.000	
	Ventas	171.316.406	
	Sueldos y cargas sociales	-19.899.902	
	Servicios	-2.488.320	
	Amortizaciones	720.000	



16 CONFIABILIDAD

La confiabilidad se calculó en base a 10.000hs de operación continuas (1 año y 52 días).

Componentes	Cantidad Utilizada	FR [Fallas cada 10 ⁶ hs]	Π_e	Π_q	FR (Total)
LCD 16X2 GDM1602K	1	0,0300	6	3	0,5400
PIC 16F877A	1	0,0250	6	3	0,4500
LM35	1	0,1000	6	3	1,8000
LM317	1	0,1000	6	3	1,8000
LM7805	1	0,1000	6	3	1,8000
Cristal 4Mhz	1	0,0450	6	3	0,8100
Capacitores Cerámicos	4	0,0150	6	3	1,0800
Capacitores Electrolíticos	1	0,0700	6	3	1,2600
Resistencias (al 5%)	10	0,0300	6	3	5,4000
Preset	1	1,3000	6	3	23,4000
Switch / Llave	2	0,0500	6	3	1,8000
Zócalos	3	0,0080	6	3	0,4320
Módulo Inalámbrico XBee	2	0,0300	6	3	1,0800
Interfaz serie Xbee	1	0,0300	6	6	1,0800
Soldaduras	97	0,0005	6	3	0,8730
LED	1	0,0200	6	3	0,3600
Transformador	1	0,1000	6	3	1,8000
FR TOTAL					45,765
Rtotal					95,53%

$$FR_{total} = 45,765 \text{ fallas} / 10^6 \text{ hs} = 45,765 \cdot 10^{(-6)} \text{ hs}$$

$$R_{total} = e^{-(t \cdot FR_{total})} = e^{-(10000 \cdot 45,765 \cdot 10^{(-6)} \text{ Hs})}$$

$$R_{total} = 0,9553$$

$$R_{total} = 0,9553 = 95,53\%$$

Aclaraciones:

El valor de Π_e adoptado (6) estipula vibraciones y golpes al equipo, tomando una condición crítica, para establecer la confiabilidad en el peor de los casos, dado que el paciente o el enfermero puede golpear sin intención el dispositivo. El Π_q se adopta con valor (3) dado que se utilizarán componentes electrónicos Clase III, es decir, componentes industriales o profesionales.

17 GARANTÍA

Se establece que 4 equipos fallarán por año, por este motivo, el costo de los mismos (\$117.000) debe ser contemplado como pérdida y agregado a los valores de gastos mensuales prorrateados. En este cálculo estos gastos son enmascarados por los otros gastos y variables económicas analizadas, por lo que el valor de precio de venta del producto final (PV) no se ve alterado. Asimismo, para prevenir estas y otras fallas, los equipos tendrán un mantenimiento preventivo, que se enmarca dentro del abono que el cliente puede contratar.

La garantía se establece para 1 año desde la fecha de adquisición del producto.



18 TRABAJOS FUTUROS

Los trabajos que se proponen a futuro contemplan el agregado de actualizaciones de software tanto en el microcontrolador como en la interface de recepción y la incorporación de todo tipo de hardware, que luego de un contacto con los clientes podemos entender que sean necesarios añadir.

Por otro lado, sería una buena posibilidad añadir el monitoreo de algunos de los signos vitales del paciente, estos podrían ser pulsaciones, ritmo cardiaco, etc., con lo cual se podría tener otro tipo de información relevante.

Como complemento se puede crear una aplicación para teléfonos celulares, de esta manera, familiares de pacientes puedan tener un control permanente de su estado.

