

# BabyMon



## Índice

Resumen ejecutivo .....	3
Plan de negocios.....	5
Nombre de la empresa.....	5
Descripción .....	5
Actividad económica y naturaleza del negocio.....	5
Ubicación .....	6
Idea de la necesidad u oportunidad de negocio.....	6
Público objetivo .....	6
Objetivos .....	7
Estrategias de mercado.....	7
Estudio de mercado.....	7
Monitoreo tecnológico. ....	7
Estudio de la oferta. ....	8
Estudio de la comercialización. ....	9
Diseño del producto .....	9
Precio del producto .....	10
Proyecciones de mercado.....	10
Medios de generación de ingresos .....	10
Barreras de entrada al mercado.....	11
Estudio técnico.....	11
Aspectos técnicos del producto.....	11
Componentes de cada producto .....	11
Descripción detallada del funcionamiento del producto.....	12
Descripción del proceso productivo.....	14
Capacidad de producción .....	15
Distribución de las instalaciones.....	15
Control de calidad .....	15
Inversión y financiamiento.....	15
Inversión activo fijo .....	15
Inversión activo intangible.....	15
Capital de trabajo .....	16
Contexto ético y legal. ....	16
Beneficios sociales, educativos y científicos. ....	16
Plan de protección industrial.....	16

## Resumen ejecutivo

La apnea es la afección que presenta pausas en la respiración durante el sueño, debido a que una vía respiratoria se ha quedado bloqueada o estrecha, afecta entre el 2% y el 3% de bebés y recién nacidos y es uno de los precursores fisiopatológicos del síndrome de muerte súbita del lactante (SMSL).

El proyecto consiste en el desarrollo de algoritmos para procesamiento de imágenes y un sistema de alarma para el monitoreo de apnea en lactantes y recién nacidos. Se trata de un sistema de monitoreo no invasivo que detecta el movimiento de la caja torácica de los pacientes, producto de su respiración; en caso de que se presente un ataque respiratorio, el sistema alertará a los padres mediante avisos sonoros y/o visuales.

El objetivo principal del sistema es la prevención de la muerte por apnea en recién nacidos, sin embargo puede ser usado para el monitoreo en general de bebés.

El carácter innovador del producto reside en que los sistemas de monitoreo existentes en el mercado utilizan, en su mayoría, técnicas de monitoreo invasivas que impiden el correcto descanso del bebé, o técnicas que dependen de la posición del mismo, por lo que si la posición no es la deseada, las lecturas recibidas serán erróneas.

La arquitectura propuesta para el sistema de procesamiento de imágenes junto al uso de cámaras convencionales, hacen que el sistema propuesto sea altamente flexible y de bajo costo en comparación con productos similares en el mercado, permitiendo además que el infante tenga completa libertad de movimiento al ser un sistema no invasivo.

La apnea es un problema respiratorio que afecta al 3% de los recién nacidos aproximadamente, siendo más común en bebés prematuros. Este tipo de problema respiratorio puede causar complicaciones graves, tales como latidos cardíacos irregulares, pérdida de conciencia e incluso la muerte.

Se espera que con la detección temprana de ataques de apnea ofrecida por nuestro sistema se pueda diagnosticar eficientemente esta afección y evitar por completo sus consecuencias.

Nuestro producto va enfocado al mercado del consumidor y la venta será principalmente a nivel regional comenzando por el estado de Querétaro y en menor medida a nivel nacional, a través de ventas en línea. Se tiene en especial consideración los siguientes estados: Jalisco, Veracruz, Guanajuato, Edo. de México y Distrito Federal, que según las encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2013, son de los estados de México con mayor índice de natalidad y eso los convierte a la vez en nuestros clientes potenciales.

La fabricación y desarrollo del sistema propuesto engloba los siguientes aspectos:

Recursos humanos:

- Desarrollo de algoritmos para la interpretación de las imágenes capturadas.
- Desarrollo de un sistema de alarmas eficiente y robusto.
- Redacción de manuales de uso para el correcto manejo del sistema por parte de los consumidores.
- Creación de una página web para la comercialización del producto, con la posibilidad de adquirirlo directamente en línea.
- Sujetos para llevar a cabo pruebas con el fin de determinar la viabilidad de los métodos utilizados en el sistema (en las primeras etapas se utilizarán muñecos con sistemas automáticos para simular la respiración).

Recursos materiales (por unidad):

• Raspberry Pi	\$	900.00 MXN
• Cámara Web genérica	\$	150.00 MXN
• Pantalla LCD 5"	\$	1,400.00 MXN
• Módulo Bluetooth	\$	100.00 MXN
• Carcasa	\$	100.00 MXN
• Sujetador para cuna.	\$	200.00 MXN
<b>Total:</b>	<b>\$</b>	<b>2,850.00 MXN</b>

Recursos económicos:

- Becas de apoyo para los integrantes del proyecto durante el desarrollo del mismo.

Recursos de infraestructura:

- Se hará uso de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Querétaro durante el desarrollo del proyecto.

Se tiene planeado fabricar 25 dispositivos totalmente funcionales. Tomando como base los materiales requeridos para la construcción de cada dispositivo y los recursos destinados a becas para el desarrollo se prevé contar con el siguiente presupuesto:

Presupuesto para materiales:	\$	71,250.00 MXN
Presupuesto para becas:	\$	30,000.00 MXN
<b>Total:</b>	<b>\$</b>	<b>101,250.00 MXN</b>

Como parte de las especificaciones del producto, se hará hincapié por medio de los manuales de usuario en que el sistema aquí propuesto sirve como una ayuda en la detección y prevención de apnea en recién nacidos. Como en todo sistema, el funcionamiento puede verse afectado por distintas causas internas y/o externas, por lo que el consumidor nunca deberá de desatender las necesidades básicas de un recién nacido.

Actualmente se encuentra en proceso una solicitud de patente a nombre de la Universidad Autónoma de Querétaro que describe el sistema aquí propuesto.

#### **Integrantes del proyecto**

**Diana Lucia Dorantes Olvera (líder de proyecto):** Estudiante de Ingeniería en Automatización en la Universidad Autónoma de Querétaro. Encargada de la administración del proyecto, designación de tareas y documentación del proyecto.

**Miriam Saraí Dorantes Olvera:** Estudiante de licenciatura en Diseño Industrial en la Universidad Autónoma de Querétaro. Encargada del área de diseño del prototipo.

**Emmanuel Rodríguez Núñez:** Estudiante de Ingeniería en Automatización en la Universidad Autónoma de Querétaro. Encargado del área de maquinados

**Ing. David Santoyo López:** Ingeniero en Automatización recién egresado de la Universidad Autónoma de Querétaro. Encargado del área de programación de los dispositivos.

#### **Asesores del proyecto**

M.C. Miguel Ángel Martínez Prado

Dr. Juvenal Rodríguez Reséndiz

# **Plan de negocios**

## **Nombre de la empresa**

El nombre de la empresa será Monitoring Systems y la marca del producto será “BabyMon”.

## **Descripción**

El negocio consistirá en la producción y comercialización de una nueva marca de monitores de apnea para bebés.

Los monitores serán armados y programados por los participantes del proyecto bajo la supervisión de los asesores, se trabajará con negocios intermediarios, tales como tiendas y distribuidoras de artículos para bebé a los cuales se les venderá el producto para que luego éstos se encarguen de venderlo al consumidor final. Además se incorporará el dispositivo al mercado de la UAQ.

## **Actividad económica y naturaleza del negocio**

La actividad económica a la que pertenecerá la empresa será la de producción y comercialización.

La naturaleza del negocio según el código CIIU (Código Industrial Internacional Unificado) es la siguiente:

### **Como empresa productora:**

Sección: C- Industrias manufactureras.

División: C26 - Fabricación de productos informáticos, electrónico.

Grupo: C264 - Fabricación de aparatos electrónicos de consumo.

Clase: C2640 - Fabricación de aparatos electrónicos de consumo.

### **Como empresa comercializadora:**

Sección G - Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas.

División: G47 - Comercio al por menor (incluso el comercio al por menor de combustibles), excepto el de vehículos automotores y motocicletas.

Grupo: G477 - Comercio al por menor de otros productos en establecimientos especializados.

Clase: G4774 - Comercio al por menor de otros productos nuevos en establecimientos especializados.

## **Ubicación**

La empresa se desarrollará dentro de las instalaciones de la facultad de ingeniería de la universidad autónoma de Querétaro en la siguiente dirección:

País: México

Estado: Santiago de Querétaro

Municipio: Querétaro

Colonia: Las campanas

CP: 76010

Dirección: Cerro de las campanas s/n.

## **Idea de la necesidad u oportunidad de negocio**

Describe las razones por la que se ha encontrado atractiva esta idea de proyecto, es decir, las razones por las que se ha considerado esta idea como una oportunidad; entre las principales razones están:

- a) El creciente porcentaje de natalidad en México.
- b) La necesidad de los padres por saber si sus recién nacidos estarán bien en la noche.
- c) El hecho de que no existe un producto igual en el mercado.
- d) Las múltiples ventajas de tener un sistema de monitoreo no invasivo para vigilar a los bebés en casa.

## **Público objetivo**

Nuestro cliente objetivo son familias con recién nacidos. Así como pequeños y medianos establecimientos que se dediquen a vender artículos para el cuidado del bebé. El índice de natalidad nacional registró un incremento de 1.8 por ciento entre 2013 y 2014.

Partiendo de este contexto las necesidades que buscan atacarse son:

- Mayor disponibilidad en comparación a nuestros competidores.
- Respuesta rápida ya que nuestros insumos son nacionales.
- Garantía de funcionamiento del producto.

La ventaja competitiva de nuestro producto radica en que será un sistema innovador de monitoreo de la frecuencia respiratoria de un bebé, con tecnología de bluetooth, portátil e inalámbrico.

La manera en la cual nuestros clientes satisfacen sus necesidades actualmente es estando al pendiente de su bebé o comprando un monitor de video y audio, lo que no garantiza la seguridad del bebé, por lo

que nuestro producto representa un mayor descanso por parte de los padres y la seguridad de que el bebé esté siendo monitoreado.

## **Objetivos**

Objetivos generales:

Desarrollar un método de procesamiento de imágenes y un sistema para el monitoreo no invasivo de la frecuencia respiratoria y detección de apnea en lactantes, recién nacidos y pacientes en general.

Objetivos particulares:

- Desarrollar un sistema capaz de estimar la frecuencia respiratoria de un paciente, sin ser invasivo.
- Desarrollar tecnología propia enfocada a la prevención del síndrome de muerte súbita del lactante.

## **Estrategias de mercado**

El enfoque de inserción de nuestro producto será a través de la estrategia de desarrollo de mercado ya que se crearan las condiciones necesarias para la colocación de nuestro producto en una área de oportunidad, es decir se intervendrá en un nicho en el que aún no se ha participado, colocando nuestro producto que es innovador y que en el mercado no se cuenta con uno como tal y desde luego sabiendo que existe una necesidad palpable en nuestros consumidores de que se satisfará con nuestro producto.

Otro enfoque de inserción para nuestro producto será por medio de las ventas directas o a través de distribuidores autorizados.

Finalmente se pretende hacer usufructo dicho capital intangible para que, por medio de licenciamiento, transferencia, renta o cualquier otro mecanismo, la empresa pueda obtener beneficio económico por el uso de dicho capital.

## **Estudio de mercado**

### **Monitoreo tecnológico.**

Actualmente existen en el mercado diversas empresas mexicanas e internacionales que se dedican a diseñar, fabricar y distribuir sistemas de monitoreo para bebés, tanto para vigilancia como para conocer los signos vitales de un bebé y las condiciones del lugar en donde se encuentra.

Las principales empresas en México que ofrecen monitores de vigilancia para el bebé son Phillips, Motorola y Samsung. Sin embargo, esta tecnología se basa en el monitoreo a distancia del sonido y las imágenes de un bebé cuando sus padres no están con él, no se enfoca en el monitoreo de la respiración.

Empresas como “Medicare”, “BioTécnica” y “Twister Medical”, se encargan de la fabricación de monitores para la respiración usados en el ámbito hospitalario.

“LA-RHO Global Trade” es una empresa mexicana que diseña, entre otras cosas, artículos para bebés, ofrece 2 tipos de monitores de la respiración del bebé: “Snuza Hero” y “Snuza Go!” Que tienen casi las mismas funciones y que son muy parecidas a las que deseamos desarrollar.

También ubicamos a la empresa española “Jablotron” que se dedica a fabricar alarmas y ofrece sólo un equipo de monitoreo de la respiración llamado “Nanny”, basado en la tecnología de los sensores de presión.

La empresa chilena “Baby sleep” se enfoca en ayudar a las madres a resolver dudas sobre sus bebés. Ofrece un monitor para apnea llamado “Babysense II”, que también utiliza sensores de presión.

La empresa “Angelcare” se enfoca en desarrollar productos para bebé. Es reconocida por su sensor “Angelcare” que es vendido en alrededor de 60 países de todo el mundo y es una compañía internacional galardonada. Venden diferente versiones del “Angelcare” para personas con necesidades particulares.

Las empresas “Mimo”, “Sproutling” y “MonDevices” se dedican a desarrollar “wearables”, que son prendas que se le ponen al bebé, capaces de monitorear la respiración, entre otros aspectos de un bebé. Como el “Mimo Smart Baby Monitor”, el sistema “Sproutling” y el “MonBaby”, respectivamente.

## **Estudio de la oferta.**

Se hará una breve descripción de algunos de los equipos más comerciales que actualmente están presentes en el mercado.

El babysense II monitorea constantemente la respiración y los movimientos del bebé. Si el bebé deja de respirar durante 20 segundos, o si la respiración cae por debajo de 10 respiraciones por minuto, la alarma se enciende. Tiene dos sensores que se colocan debajo del colchón a fin de lograr la mayor sensibilidad al menor movimiento, sin tocar al bebé. Permite un control seguro sin comprometer la movilidad o la comodidad del bebé.

No hay conexión a una fuente de alimentación externa, y por lo tanto no hay riesgo de electrocución. Una luz roja parpadea cuando las baterías necesitan ser cambiadas.

Los equipos de Snuza tienen las siguientes características:

- Snuza Hero Si no detecta ningún movimiento en un período de 15 segundos, vibrará suavemente. Con frecuencia esta vibración es suficiente para “despertar” al bebé, provocando que jale aire y reanude la respiración, y Halo regresará a modo de vigilancia. Sin embargo, el parpadeo de movimiento cambiará a rojo para avisar a los padres que ha ocurrido un incidente.

Después de tres incidentes de reanimación por vibración, el Aviso Despertador (un sonido y parpadeo cada 2 segundos) avisará que han ocurrido ya tres eventos de 15 segundos, para que los padres actúen.



Si no detecta ningún movimiento en 20 segundos, Activa la alarma sonora.

- Snuza Go! Se programa para que si no detecta ningún movimiento en un período de 15, 18 o 20 segundos, se active la alarma para que los padres actúen reanimando al bebé.

Los monitores Snuza Hero y Snuza Go! Se instalan en el borde del pañal del bebé y monitorean el movimiento respiratorio del bebé, además, avisarán si los movimientos del bebé son muy débiles o menos de 8 movimientos por minuto.

El Nanny detecta el movimiento de un bebé utilizando una manta de sensores debajo del colchón del bebé y emite una fuerte alarma en caso de un paro respiratorio, ahogo o regurgitación del bebé. Funciona con 2 pilas AA que duran aproximadamente 1 año.

El monitor Angelcare es el monitor de apnea más completo del mercado, utiliza una placa de sensor de movimiento que se coloca debajo del colchón del bebé y un monitor con sonido que pita chillonamente si el bebé deja de moverse o respirar por más de 15 segundos. El monitor, entre otras funciones, muestra en la pantalla la temperatura de la habitación del bebé, y se le puede colocar una alarma para que avise si sube o baja de los límites que se establezcan. Además incluye una cámara para escuchar ver al bebé a color en tiempo real. Tiene las modalidades de aviso por alarma, alarma y vibración o sólo vibración y es un comunicador bidireccional.

El sistema Sproutling se basa en el uso de una banda transpirable y lavable hecha en silicona hipoalérgica que el bebé llevará alrededor de su tobillo, analiza 16 variables por segundo, incluyendo frecuencia cardíaca, la temperatura, posición y movimiento del bebé, así como la humedad, el ruido o las condiciones de luz de la habitación y todo se muestra en la interfaz del sistema en un dispositivo que utilice la plataforma iOS o Android.

El Mimo Smart Baby Monitor consiste en un body de algodón orgánico y un sensor con forma de tortuga. Juntos, permiten controlar aspectos básicos del bebé como la temperatura, posición, nivel de actividad o respiración. Manda los datos por Bluetooth de baja energía (BLE) al receptor mimo Lilypad, que procesa toda la información y la reenvía vía wifi a cualquier dispositivo. Es resistente al agua, masticable, antialérgico y apto para pieles atópicas.

El MonBaby es un monitor de bebé que se coloca como broche en cualquier prenda. Monitorea la frecuencia respiratoria, el nivel de movimiento y la posición del bebé mientras duerme. Transmite sus signos vitales, así como alertas a un Android o Iphone.

## **Estudio de la comercialización.**

### **Diseño del producto**

Se producirán monitores para bebés con un diseño simple pero llamativo, totalmente portátil e inalámbrico que cumpla con las reglas de ergonomía y diseño, además de carecer de equinas puntiagudas o afiladas para evitar que algún bebé se lastime.

## **Precio del producto**

El precio de nuestro producto será de \$3,600. Las consideraciones que fueron tomadas en cuenta a la hora de establecer el precio de venta fue un estudio de mercado previamente realizado a quienes pueden ser nuestros clientes potenciales que son familias con bebés recién nacidos, y empresas dedicadas al comercio de artículos para bebé, que de forma más específica se les aplicó una entrevista, en la cual de los resultados obtuvimos un promedio de cuanto estarían dispuestos a pagar. En base a ello se pudo establecer un rango de precio. Otra consideración que también fue tomada en cuenta fue un benchmarking llevado a cabo por una empresa externa para realizar la parte de mercadotecnia y de esta forma nos fue proporcionada esta información, con la que se estableció el precio de venta cuidando la competitividad en el mismo. Además se contó también con la asesoría financiera por parte de consultores especializados de la Incubadora de Empresas de la Universidad Autónoma de Querétaro INCUBAUAQ.

## **Proyecciones de mercado.**

En base a las ventas estimadas para el primer año que son de aproximadamente \$147,857, es de donde se parte para reflejar la situación financiera de nuestro producto para el año 2017, para este año y a partir de las ventas que se desean obtener del 2016, y con la tasa de crecimiento anual de un 35% , las ventas aumentan a \$177,719, con un costo de ventas de \$92,207 y obteniendo una utilidad o contribución marginal de \$82,830, teniendo un total de gastos de \$47,969 y considerando que se tendrá una depreciación de activos de \$1,590, nos da una utilidad de operación de \$33,270 y con un Costo Integral de Financiamiento (C.I.F) de \$112.5 obtenemos una utilidad antes de impuestos de \$33,157 que nos dan un resultado fiscal para el año 2017 de \$23873. El tiempo proyectado para llegar al mercado será de un año y se tiene previsto que para enero del 2017 se esté compitiendo en el mercado con nuestro producto. La cuota de mercado cinco años después se espera sea de un 70% del total de mercado disponible.

## **Medios de generación de ingresos**

De donde se obtendrán ingresos será a través de las ventas directas a familias por medio de exposiciones y/o ventas por internet.

Los ingresos van a provenir en su mayoría por derechos de autor, registro de marca, modelo de utilidad y por capacitación y servicio técnico, por otra parte nuestro capital operativo estará conformado por las entradas de servidor interno, servidor virtual, dominios web propios y servicios de oficina.

Se buscaran apoyos gubernamentales del fondo INADEM para su incursión en el mercado, así como recurrir a un financiamiento colectivo de crowdfunding a través de las principales plataformas que existen en México como lo son Fondeadora, Idea.me y Transformadora Ciel.

En cuanto a las ventas a través de revendedores u otros distribuidores, será otra forma de obtener ingresos ya que se tiene previsto que este proyecto también sea vendido a establecimientos cuyo giro es la venta de artículos para bebé. En este caso no habrá una empresa conjunta, por lo tanto no

representará un ingreso para nosotros. Por concepto de licenciamiento se obtendrán ingresos mediante los derechos de autor cobrados por los beneficios que el sistema produzca en su difusión.

En servicio se obtendrán ingresos ofreciendo capacitación de uso del sistema y mantenimiento general del mismo.

## **Barreras de entrada al mercado**

Las dificultades de entrada al mercado dependen de la aceptación por parte de los establecimientos que se dedican a vender productos para bebés y principalmente de la aceptación de los padres de un recién nacido, factores como la desconfianza en su uso, el temor y la pereza a la novedad, también presentan grandes dificultades.

Otra barrera sería el que al hacer un mayor uso de la tecnología extranjera se disminuya la oferta de un sistema que se encuentre al alcance de la mayor parte de las familias, puesto que el costo sería más alto. Lo que implica que sea una limitante para la mayoría de las empresas mexicanas dedicadas al diseño y la producción de productos para el cuidado del bebé.

Otro de los retos es que la aplicación tenga una campaña de publicidad exitosa que garantice el uso del sistema de monitoreo por parte de los usuarios. Está debe de ser muy clara en cuanto en su funcionamiento y debe crear el interés en su uso. El mantenimiento y atención de errores es fundamental como cualquier otro sistema que desee permanecer vigente.

## **Estudio técnico**

### **Aspectos técnicos del producto**

El producto denominado como “BabyMon” cuenta con la siguiente funcionalidad:

- Monitoreo en tiempo real del recién nacido.
- Registro de eventos importantes durante el monitoreo (ej. historial de la frecuencia respiratoria).
- Sistema de alarma sonora.
- Sistema de alarma remota a través de equipos celulares.
- Interfaz de usuario intuitiva a través de una pantalla táctil.

El producto será vendido en una carcasa de plástico para asegurar la longevidad y buen funcionamiento del mismo. De igual forma se incluirá un sistema mecánico de sujeción para permitir que el consumidor lo instale de manera adecuada a fin de que el dispositivo pueda cumplir su propósito.

### **Componentes de cada producto**

Cada producto se compone de los siguientes elementos:

- Raspberry Pi 2 modelo B.

- Cámara web USB.
- Pantalla táctil de 5 pulgadas con interfaz HDMI.
- Módulo Bluetooth USB.
- Una fuente de alimentación.
- Carcasa.
- Sistema de sujeción.

## **Descripción detallada del funcionamiento del producto**

El sistema propuesto tiene como base de procesamiento una Raspberry Pi 2 modelo B. Se conectan a la tarjeta una cámara web y un módulo Bluetooth para adquisición de imágenes y para comunicación, respectivamente; ambos por medio de una interfaz USB. Además se conecta a la tarjeta una pantalla TFT de 5" por medio de HDMI, con el propósito de proveer de una interfaz gráfica de usuario al consumidor.

Para la sujeción e instalación del sistema en el lugar de reposo del bebé, se planea diseñar un soporte mecánico y una carcasa, de manera que sea posible ajustar el ángulo y la distancia de la cámara con respecto al bebé, asegurando así que el sistema esté en condiciones óptimas de operación.

El funcionamiento interno del sistema puede dividirse en tres partes: procesamiento de imágenes, análisis estadístico, y análisis de frecuencia.

A continuación se describen detalladamente cada una de las partes funcionales del sistema:

### **Procesamiento de imágenes**

Una vez completada la instalación del sistema de sujeción, se apunta la cámara hacia el bebé y se comienzan a capturar imágenes a través de la cámara web. La resolución y la tasa de imágenes por segundo son variables, dependiendo principalmente de la cámara en uso y de las condiciones de iluminación presentes, sin embargo no afectan en ninguna medida la funcionalidad del sistema.

Las imágenes capturadas están a color, por lo que es necesario transformarlas a tonalidades en blanco y negro. Una vez completada la conversión de color, se realiza una diferencia absoluta entre la imagen actual y la imagen inmediata anterior (también en blanco y negro). La diferencia resultante es binarizada. Por medio del proceso de binarización se obtiene una segunda imagen con sólo dos posibles valores para cada pixel; en este caso o blanco o negro. Se entiende entonces que los pixeles blancos de la imagen binarizada representan movimiento, mientras que los pixeles negros indican ausencia del mismo.

A continuación se realiza un conteo del número de pixeles blancos resultado del proceso anterior. Esta cuenta se normaliza con respecto a la resolución de la imagen. De esta manera se expresa el movimiento como un porcentaje de movimiento de la imagen capturada, anulando las diferencias de conteo que se obtendrían con cámaras web con diferentes resoluciones de operación. El conteo normalizado se utilizará en las etapas posteriores del funcionamiento.

## **Análisis estadístico**

El conteo normalizado de píxeles blancos, llamado en adelante simplemente conteo, se almacena en una pila de datos. Se almacenan tantos datos de conteo como sea posible en un lapso de 10 segundos<sup>1</sup>. Transcurrido este tiempo se obtienen la media y la desviación estándar del conjunto de datos.

El proceso de almacenamiento de datos y cálculo de media y desviación estándar se repite tres veces. Se busca que los valores estadísticos no varíen mucho de una iteración a la siguiente, de lo contrario no se puede generar un perfil constante del movimiento de respiración del bebé y el sistema no podrá avanzar a la siguiente etapa. En condiciones de sueño normal este proceso, referido como calibración, dura treinta segundos, y registra información del movimiento máximo y el mínimo que presenta el bebé.

Una vez que la calibración ha finalizado, se repite sin interrupciones el proceso de registro de conteos y cálculo estadístico con una duración constante de 10 segundos. Si en cualquier momento los valores máximo o mínimo se alejan de manera considerable de los valores registrados durante la calibración, se emite una alarma sonora y/o visual para alertar a los padres. Se puede entonces diferenciar entre alertas por bajo movimiento y alertas por exceso de movimiento.

## **Análisis de frecuencia**

Esta sección del funcionamiento busca estimar la frecuencia respiratoria del sujeto bajo monitoreo. Esta información resulta útil, ya que al conocer los valores de frecuencia respiratoria normales para un bebé, los usuarios podrán determinar si existe algún problema al que deberán prestar especial atención.

Para obtener la frecuencia respiratoria, se tiene una pila vacía con capacidad de 512 elementos<sup>2</sup> que comienza a llenarse con los valores de conteo una vez que la calibración ha concluido. Cuando se llena la pila se registra el tiempo que tomó el llenado y se aplica sobre los datos la Transformada Rápida de Fourier (FFT por sus siglas en inglés). La aplicación de la FFT nos devuelve información de la magnitud de los componentes sinusoidales del movimiento, viendo el conteo registrado como una función contra el tiempo. Con esta información podemos estimar la frecuencia de respiración del bebé basándonos el número de armónico correspondiente al elemento de mayor magnitud.

Para no tener que esperar de nueva cuenta para acumular 512 datos, cada nuevo valor de conteo obtenido se “empuja” al final de la pila, desplazando todos los demás valores al tiempo que se desecha el primer valor. De este modo se puede aplicar la FFT una vez por cada nuevo cuadro capturado, en tiempo real.

---

<sup>1</sup> Estudios indican que la frecuencia respiratoria normal para un recién nacido es de aproximadamente 0.5 Hz; este valor disminuye conforme aumenta la edad del bebé llegando hasta los 0.25Hz para bebés de un año de edad. Los períodos equivalentes a estos valores de frecuencia son de 2 a 4 segundos. Se busca entonces que una iteración cubra un ciclo completo de respiración (con margen de sobra).

<sup>2</sup> Se desea tener el menor tiempo de respuesta posible para la obtención de frecuencia. Al reducir el tamaño de la pila para la FFT, el tiempo necesario para que la información de frecuencia sea actualizada disminuye. Durante las pruebas realizadas con el sistema se encontró que el valor mínimo de elementos para la pila sin comprometer la integridad de la información de frecuencia obtenida es de 512.

## Sistema de alarma

En caso de presentarse ataques respiratorios, o cualquier anormalidad en el perfil de movimiento del bebé, el sistema debe ser capaz de emitir algún tipo de alarma. Para este propósito se utiliza el módulo Bluetooth para comunicarse con otros dispositivos. El sistema enviará a los teléfonos registrados a su alcance alertas sobre estas situaciones, de manera que el usuario pueda entrar en acción lo antes posible.

Se planea diseñar y programar una aplicación móvil para administrar la comunicación del teléfono con el módulo Bluetooth instalado en el sistema.

## Programación

La programación del sistema se realiza completamente en C/C++. Para las tareas de adquisición y manipulación de imágenes se utiliza la librería OpenCV. Para la comunicación Bluetooth se utiliza la librería BlueZ. Todo lo demás se realiza con instrucciones de librerías estándar C/C++.

La programación de la aplicación móvil se realizará en Java.

Todas las herramientas utilizadas en la programación tienen licencia libre para uso en aplicaciones comerciales.

## Descripción del proceso productivo

El proceso productivo será realizado por los integrantes del proyecto, con la guía de nuestros asesores, por lo que no existirá un costo relacionado con la mano de obra.

El proceso se resume en: compra de materiales, instalación de sistema operativo y periféricos en tarjetas, instalación de librerías, programación de tarjetas, fabricación de carcasas y sistemas de sujeción, pruebas de dispositivo, impresión de manuales de usuario, ensamble y traslado para venta.

A continuación se describe cada etapa del proceso de producción.

- **Compra de materiales:** Cotización de componentes con proveedores internacionales (ej. Newark) y realización del pedido.
  - **Instalación de sistema operativo y periféricos en tarjetas:** Instalación de Raspbian Jessie en cada tarjeta; posteriormente se realiza la compilación e instalación de los controladores de los periféricos.
  - **Instalación de librerías:** Instalación de las librerías necesarias para el funcionamiento del programa.
  - **Programación de tarjetas:** Compilación de los archivos de código fuente que se han desarrollado y probado anteriormente.
  - **Fabricación de carcasas y sistemas de sujeción:** Diseño y fabricación de una carcasa que se adapte a las necesidades de un recién nacido, como pueden ser: esquinas redondeadas para mayor seguridad, falta de piezas móviles o removibles para evitar la ingesta accidental, y material ligero.
- El sistema de sujeción debe adaptarse a cualquier cuna y soportar el peso del producto final.

- **Pruebas de dispositivo:** Aplicación de un conjunto de pruebas por cada dispositivo para verificar que el funcionamiento es el esperado.
- **Impresión de manuales de usuario:** Impresión de manuales de usuario con la información de uso y precauciones del dispositivo para lectura del usuario final.
- **Ensamble:** Instalación de las tarjetas en las carcasas fabricadas. Empaquetado del conjunto de tarjeta (en carcasa), periféricos, manual de usuario, y sistema de sujeción para su distribución y venta.
- **Traslado para venta:** Traslado de los paquetes con distribuidores locales para su venta.

## Capacidad de producción

Debido a que la fabricación de los productos será realizada por un número limitado de personal (tres a cuatro personas), el volumen de producción que se prevé es de una unidad por día; esto incluye pruebas rigurosas de calidad y funcionamiento, así como el ensamble del producto.

## Distribución de las instalaciones

Para la fabricación del producto se hará uso de las instalaciones que provee la Universidad Autónoma de Querétaro. Para este propósito se cuenta con la segunda planta de un edificio (200 m<sup>2</sup>) y el taller de diseño industrial para la programación y fabricación del producto. Las instalaciones cuentan en conjunto con mobiliario de oficina, herramientas de diseño y corte, y equipo para verificación de materiales electrónicos.

## Control de calidad

El producto deberá pasar por rigurosas pruebas de funcionamiento y resistencia, tales como caídas controladas, mal uso del producto, condiciones de iluminación inadecuadas, etc. El producto deberá seguir funcionando durante y después de pasar por las pruebas de control de calidad.

Cuando obtengamos retroalimentación por parte de los usuarios podremos centrar las pruebas y mejoras en los aspectos que el cliente considere de mayor importancia o impacto para el uso cotidiano del producto.

## Inversión y financiamiento

### Inversión activo fijo

Las instalaciones y el equipo necesario los provee la Universidad Autónoma de Querétaro, por lo que no existirá una inversión de activo fijo.

### Inversión activo intangible

Concepto	Costo (MXN)
Constitución legal de la empresa	\$24,841.00
Patente del producto	\$7,577.39
Registro de marca del producto	\$2,457.79

## Capital de trabajo

Concepto	Costo
Materia prima 25 unidades	\$71,520.00
Salarios	\$30,000.00

## Contexto ético y legal

### Beneficios sociales, educativos y científicos

El monitoreo de la frecuencia respiratoria de un lactante, además de cuidar al bebé, mejora la calidad del sueño de los padres, ya que no tienen que preocuparse de si su hijo sigue respirando o no por la noche, esto incide directamente en su productividad diaria. Es necesario darse cuenta de que el consumo de productos para bebé tiene detrás toda una serie de pasos para que el proceso sea seguro, con el fin de garantizar la seguridad del infante.

La mayoría de los monitores convencionales contienen cables largos que en ocasiones son peligrosos para los bebés y por lo tanto, no garantizan su seguridad. Por otro lado los productos inalámbricos representan una mayor seguridad al poder ubicarse lejos del alcance de los niños, evitando accidentes.

El monitoreo de la frecuencia respiratoria permite prevenir las muertes por apnea; la aplicación focalizada en lactantes reduce la posibilidad de que se presente el síndrome de muerte súbita del lactante, lo que reduce el estrés de los padres con recién nacidos y con ello, su descanso es mejor, por lo que aumenta su productividad durante el día.

Finalmente en los beneficios está la generación de conocimiento científico en monitoreo de la frecuencia respiratoria a nivel nacional con la creación y aplicación de sistemas de monitoreo no invasivos.

### Plan de protección industrial

La estrategia de protección industrial está plantada para cubrir tres grandes áreas:

La primera consiste en la protección por medio del registro de marca para la generación de capital intangible de la empresa, protegiendo el contenido intelectual que se genera al registrar una marca a nivel nacional a través del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El segundo frente estará enfocado en el registro de obra de programa de cómputo ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor, protegiendo su lenguaje y código de programación, así como su secuencia, estructura interna y organización; esta estrategia busca evitar su reproducción ilegal e imitación sin autorización.

El tercer frente pretende proteger por medio de un modelo de utilidad, para salvaguardar nuestro producto y el ciclo de vida del mismo.



Esto brindará la protección suficiente y necesaria para llegar al mercado en un contexto de creación de contenido intelectual y capital intangible empresarial.