

Proyecto Final

Hacking médico, Módulo Interdisciplinario CD2201-3

Estudiante: Juan-Bastian Espinoza Caimanque

Profesores: Andrés Bercovich y Rafael Molina

Área médica de estudio

Los *trastornos del sueño* son problemas relacionados con dormir. Estos incluyen dificultades para conciliar el sueño o permanecer dormido, quedarse dormido en momentos inapropiados, dormir demasiado y conductas anormales durante el sueño. Tienen consecuencias negativas en el día a día de los afectados. Por lo que es de suma importancia tenerlos en cuenta.

El **terror nocturno** es un trastorno del sueño (o parasomnia) y se caracterizan principalmente producir un terror extremo. En ese estado, la persona no tiene control de sus movimientos y es incapaz de recuperar la conciencia en su totalidad. Son episodios que pueden durar desde varios segundos hasta unos pocos minutos, pero pueden extenderse a más tiempo.

Afectan a casi un 40 % de los niños y a un porcentaje menor en adultos. Durante un episodio de este problema, una persona puede gritar de forma atemorizante, sentarse en la cama de manera brusca o mirar fijamente a la nada con los ojos muy abiertos.

Las evidencias apuntan a que los terrores nocturnos son causa de estar demasiado cansado, estrés, o de sufrir fatiga crónica. Los actuales tratamientos a esta dolencia se centran principalmente a la prevención (mejorar horarios de sueño) y a consumir medicamentos antes de dormir.

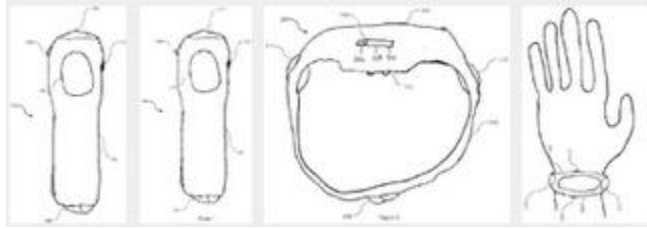
En lo personal, sufro de este problema a menudo, en especial en periodos con mucha carga mental. Mis episodios consisten en una 'parálisis de sueño' en la cual mi cuerpo solo responde a gritar. En ese momento mi familia atiende a despertarme para tranquilizarme y pueda seguir durmiendo. Cuando esto último no es posible, el episodio puede alargarse varios minutos y me afecta gravemente, ya que, no es una sensación agradable y al día siguiente siento haber descansado poco. Eventualmente viviré solo y necesitare de esta ayuda para dormir plenamente.

El proyecto para desarrollar se encuentra dentro del área de la medicina del sueño, y tendrá como objetivo brindar apoyo al usuario para despertar de su episodio de parálisis. La idea nace de mi necesidad de dormir bien de forma independiente. Se busca autonomía en el control de la parálisis para así despertar al siguiente día de forma plena y llevadera.

Estado del arte

En la actualidad no existen muchas soluciones al problema, se recomienda mucho la prevención a través de la mejora del horario de sueño y hábitos antes de dormir. Fuera de estas recomendaciones, se encuentran las siguientes patentes al investigar con palabras claves como 'trastornos del sueño'

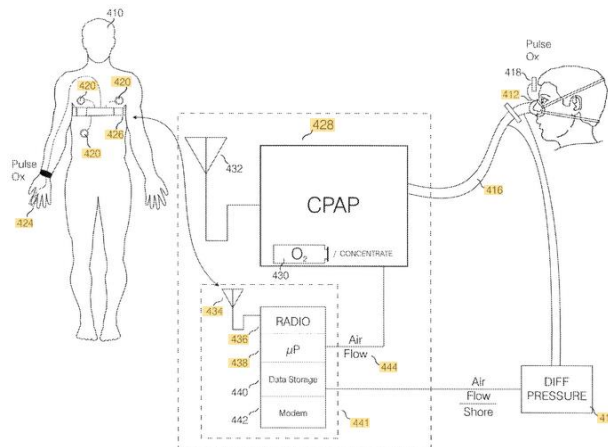
Dispositivo de detección de parálisis del sueño con estimulación externa:



<https://patents.google.com/patent/US20210008329A1/>

“La presente invención se refiere a un dispositivo para proporcionar una intervención a usuarios que padecen parálisis del sueño. Más específicamente, la presente invención ilustra un dispositivo portátil que mide la frecuencia cardíaca del usuario mientras duerme. Si la frecuencia cardíaca se eleva por encima de un nivel de umbral preestablecido, entonces el dispositivo activa un elemento que ejerce un estímulo externo sobre el usuario, provocando que el usuario se despierte o proporcionando un punto focal para que el usuario supere la parálisis del sueño.”

Dispositivos y métodos para el diagnóstico y tratamiento de los trastornos del sueño.



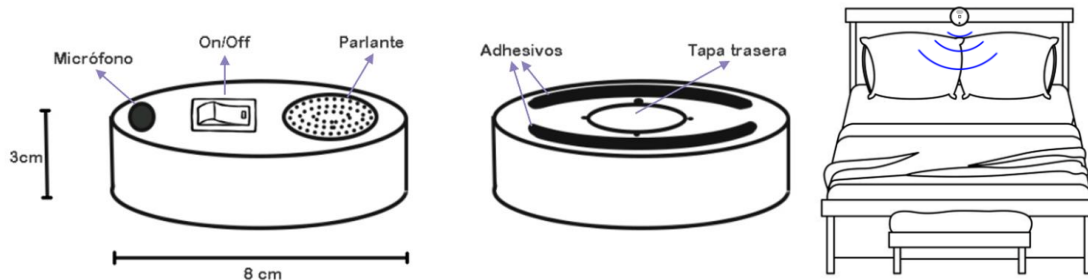
<https://patents.google.com/patent/US10076269B1/>

“La presente invención se refiere a un dispositivo integrado de diagnóstico y tratamiento del sueño y, más particularmente, a un dispositivo integrado de diagnóstico y tratamiento de apnea. La presente invención se refiere además a un método de diagnóstico y tratamiento del sueño.”

Se puede observar cómo ambos casos también intentan tratar el problema y diagnosticarlo. Se observa como ambos son ‘invasivos’, es decir, están en un uso muy tangible con el usuario, el individuo los lleva encima para que sean útiles. El primero ocupa las mediciones cardíacas para despertar al usuario en caso de parálisis mientras que el segundo se concentra en la respiración para tratar las apneas de sueño. En mi caso, si es que las mediciones de la primera invención están correctas, me sería de utilidad, sin embargo, siento que sería muy incómodo tener que dormir cada día con aquel brazalete que detecte mis pulsaciones. Mi problema conlleva gritos en medio de la parálisis, por lo que medir estos gritos sería de mucha utilidad para detectar el cuadro de parálisis sin ser tan invasivo con el usuario.

Discusión Hacking

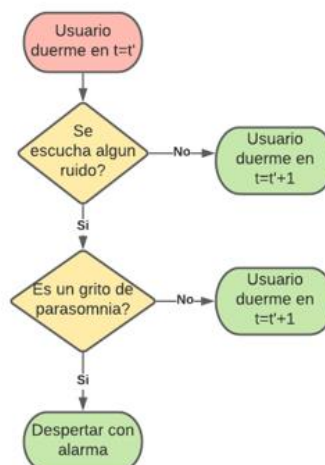
Se decidió que el aparato a desarrollar consistiría en un parlante que sirva como alarma y un micrófono que detecte cuando el individuo grita en su parálisis. Estos dos dispositivos cumplirían la función de reemplazar la ayuda de la familia cuando el usuario esta teniendo un episodio de parálisis, ya que, la familia primero escucha al individuo (Modulo sensor de voz FC-04) y luego lo despierta (Mini Speaker PC).



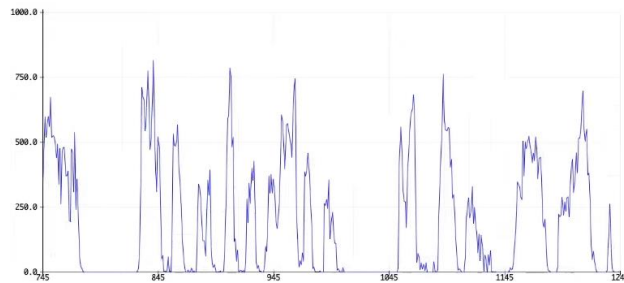
Este aparato debe de ser conectado antes de dormir y debe ubicarse cerca del individuo para que el micrófono lo escuche. Cualquier usuario con la dolencia se beneficiaría con este producto, ya que no necesita una intervención tangible con él, sino dejarlo cerca suyo y que este reaccione bien ante el evento de terror de sueño. Para coordinar estos dos dispositivos se contará con un microcontrolador Arduino Leonardo.



Como diagrama de flujo para lograr el proyecto se propuso el siguiente:



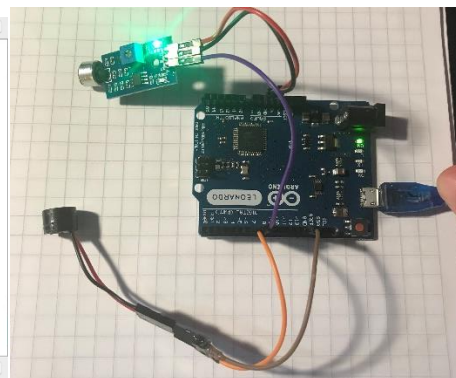
El dispositivo se preguntará recursivamente en cada instante si escucha un ruido, este ruido, puede ser proveniente de la parálisis o puede ser un sonido ambiente involuntario, por lo tanto, como filtro se propuso que el ruido escuchado debe durar 2000ms para activar la alarma, dejando pasar así falsos positivos asumiéndolos como ruidos menores y menor duraderos que un grito constante. Si el aparato escucha un ruido menor a 2000ms no retornará la alarma y volverá a preguntarse si escucho algo al instante posterior. Si el aparato mide un ruido de 2000ms o mas duración, este por fin retornara la alarma haciendo sonar el speaker.



Investigando códigos hechos, se observó que este problema es parecido a medir el estado de un botón. Existen programas que indican si un botón fue pulsado, si esta pulsación fue corta, o fue una pulsación larga, esta última medición sería muy útil ya que se quiere soltar una alarma luego recibir sonido por un periodo determinado. Esto fue se suma ayuda para tener una idea de cómo se programaría en Arduino la solución. Sin embargo, el funcionamiento de un botón es distinta al del micrófono ya que leen los datos medidos de manera diferente, el micrófono baja el voltaje al escuchar ruido por sobre una barrera configurable y sube el voltaje a 5 cerca del silencio, para un botón ocurría lo inverso al ser apretado. Adaptando esta resolución del problema a un micrófono y pidiendo al aparato hacer sonar el parlante cuando se detecte una pulsación larga, es decir, un sonido de larga duración, finalmente se logra un aparato que retorna una alarma luego de escuchar un sonido de mediana intensidad y de duración sobre 2000ms.

```

Press button
Press button
Button pressed
Button released
Button pressed shortly
Button pressed
Button released
Button pressed shortly
Button pressed
Button released
Button pressed shortly
Button pressed
Button released
Button pressed shortly
  
```



Ética

El aparato sería mejor solución que existe para este problema específico, el de **parálisis del sueño con gritos**, porque no hay otra alternativa más cómoda en el mercado, y para estas dolencias solo existen recomendaciones de descansar más o arreglar el horario, pero considerando la dificultad de esto cuando el usuario posee días de alta carga o mala organización, esto último no lograría solventar del todo el problema.

El proyecto viene a ser una ayuda al usuario con su parálisis, ya que, no busca curar ni tratar. Es un aparato de apoyo al paciente. El dispositivo busca apoyar para hacer más amena la parálisis, ya que, considera lo difícil que es para el individuo prevenir estos problemas tomando en cuenta los días de estrés por los que pasa.

El dispositivo cumple con darle autonomía al usuario para poder despertar de sus parálisis de sueño, antes necesitaba de la ayuda de sus familiares para ser despertado y que también estos familiares lo hayan escuchado. Con el dispositivo funcionando permanentemente en la noche, el usuario logra independencia en el control de su sueño. El despertar al individuo al inicio de su parálisis le ayudara a volver a conciliar el sueño antes y a no pasar muchos minutos por el incomodo y terrorífico cuadro de parálisis de sueño. En consecuencia, el individuo tendría un buen descanso nocturno, pasaría por menos tiempo la incomodidad de la parálisis y además, su día a día no se vería afectado por haber tenido este cuadro en la noche anterior.

Evaluando los límites técnicos del proyecto, se considera que sería de gran aporte mejorar la calidad del micrófono, para así confiar más en la eficiencia del aparato, ya que se necesita tener el micrófono algo cerca al usuario para detectar de buena manera los gritos.

Considerando mejoras a futuro, sería de mucha ayuda un filtro digital que distinguiera de mejor manera el ruido ambiente a una voz humana. A su vez, un sistema de aprendizaje sería de suma ayuda, en el sentido de aprender los hábitos del usuario (hora de dormir, horas frecuentes de parálisis) para trabajar con más cuidado en aquellos horarios. Se concluye que, por este margen de mejora, el dispositivo es factible como solución a un corto-mediano plazo.