

## DISPOZITIV PORTABIL UTILIZAT ÎN ASISTENȚA RESPIRATORIE NEINVAZIVĂ

Adelina-Elena EZARIU\*, Bianca-Georgiana POTOP

Departamentul de Științe Biomedicale, Facultatea de Bioinginerie Medicală,  
Universitatea de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA, Iași, România

\*Autor Corespondent: Adelina-Elena EZARIU, [ezariuae@gmail.com](mailto:ezariuae@gmail.com)

**Abstract.** *Terapia cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene de tip CPAP reprezintă tratamentul de primă intenție în cazul pacienților cu probleme respiratorii. Datorită pandemiei de COVID 19 se resimte o cerere acută a dispozitivelor medicale ce oferă suport respirator. Această lucrare are drept scop realizarea unui dispozitiv inteligent miniaturizat care să reducă dezavantajele dispozitivelor CPAP clasice. Dispozitivul experimental este de dimensiunea unei măști și menține presiunea terapeutică prin interconectarea unor componente esențiale, precum un motor, un microprocesor și un senzor de presiune. Pentru minimizarea variațiilor de presiune în timpul respirației spontane și disconfortului de expirație împotriva presiunii pozitive se determină punctul de tranziție dintre expir și inspir. Astfel, dispozitivul menține o presiune constantă pentru a evita colapsul căilor aeriene. Dispozitivul conceput poate reprezenta o variantă confortabilă și ușor de utilizat, atât acasă cât și în unitățile medicale, pentru terapia cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene, îmbunătățind calitatea vieții pacientului.*

**Keywords:** *asistență respiratorie, dispozitiv portabil, mini CPAP*

### Introducere

Sistemul respirator asigură schimbul de gaze dintre organism și aerul din atmosferă, oxigenul din mediul extern fiind furnizat celulelor, iar dioxidul de carbon din mediul intern fiind eliminat în atmosferă. Respirația cuprinde două faze: respirația externă sau pulmonară care reprezintă schimbul de gaze dintre plămâni și atmosferă și respirația internă sau celulară prin utilizarea oxigenului în reacții de oxidoreducere [1].

Patologiile respiratorii sunt vaste și includ diagnostice ușoare precum pneumoniile de diferite cauze sau grave, ca în cazul detresei respiratorii sau a patologiilor COVID 19. Sindromul de apnee reprezintă întreruperea intermitentă a fluxului de aer la nivelul nasului și gurii în timpul somnului, o patologie respiratorie cu o incidență mare [2]. Aceasta prezintă consecințe grave în sfera pneumologiei, neurologiei, cardiologiei, ORL, endocrinologiei, psihiatriei, chirurgiei buco-maxilo-faciale [3]. Tulburările de somn datorate apneei sunt greu de diagnosticat, dar influențează relațiile sociale și performanțele intelectuale [4].

Terapia cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene este tratamentul de elecție în fază incipientă pentru toate patologiile respiratorii.

Dispozitivele pentru administrarea presiunii continue pozitive în căile aeriene tip CPAP trebuie să crească nivelul de presiune automat în timpul inspirului pentru a menține presiunea terapeutică și să scadă la începutul expirației pentru a facilita expirul [5].

### Materiale și metodă

Dispozitivul experimental destinat terapiei cu presiune pozitivă continuă în căile aeriene, de tip CPAP, a fost realizat plecând de la următoarele componente:

- Filtru Hepa
- Motor Brushless
- Placă de dezvoltare Arduino Nano
- Modul senzor de presiune MPXV7002DP
- Termistor
- Fire Dupont tată-tată
- Baterii 12V
- Cablu USB A-B
- Buton
- Mască CPAP



Figura 1. Componentele sistemului

Filtrarea aerului înainte de introducerea în căile aeriene ale pacientului se face cu ajutorul unui filtru de tip HEPA, antibacterian și antiviral, pentru a evita posibilele infecții și complicații.

Placa de dezvoltare Nano V3 este echipată cu microcontrollerul ATmega328p, compatibilă Arduino [7]. Microcontrollerul achiziționează datele de la senzorul de presiune și termistor și comandă nivelul de rotație al motorului, realizându-se presurizarea aerului. Reglarea rotației motorului se face, în funcție de nivelul de eroare dintre presiunea măsurată de senzorul de presiune și presiunea terapeutică, prin variația tensiunii de intrare.

Senzorul MPXV7002DP este un senzor de presiune monolitic din silicon, de ultimă generație, ce poate măsura presiuni negative și pozitive cuprinse între -2 și 2 kPa [8].

Prin intermediul termistorului se determină punctul de tranziție dintre inspir și expir, eliminând disconfortul de expirație împotriva presiunii pozitive.

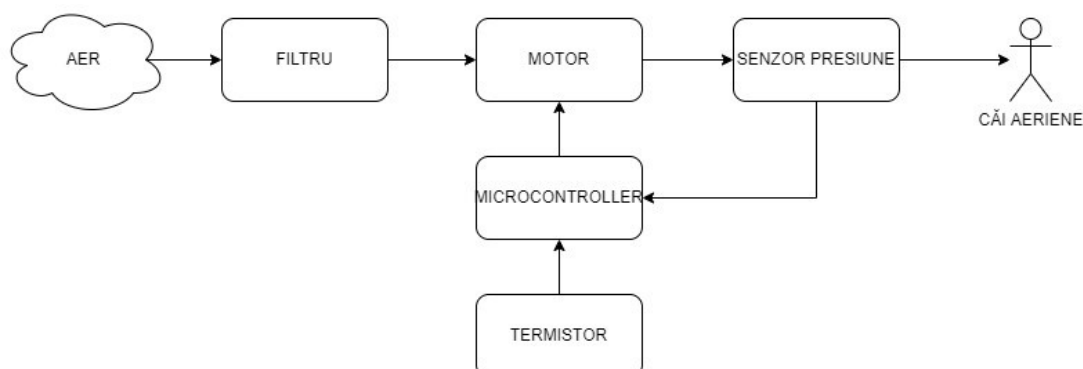


Figura 2. Principiul de funcționare al dispozitivului

Dispozitivul realizat sub forma unei măști, fără tuburi și cabluri, este ușor de utilizat, atât acasă, cât și în unitățile spitalicești. Pacientul trebuie să își fixeze masca pe față cu ajutorul sistemului de atașare, acoperind gura și nasul. Căile aeriene superioare trebuie verificate în prealabil pentru a nu fi obstrucționate.

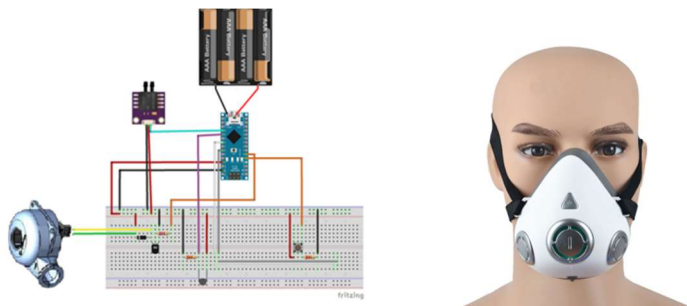


Figura 3. Schema electrică a dispozitivului realizat și aspectul final al acestuia

Datorită autonomiei bateriilor, pacientul poate utiliza dispozitivul minim 10 ore.

### Rezultate și discuții

Presiunea medie aplicată la nivelul căilor aeriene superioare, specificată în ISO 17510:2015, este de 10 cmH<sub>2</sub>O, cu un debit de 50 l/min. FDA (Food and Drug Administration) permite o eroare de +/- 2 cmH<sub>2</sub>O pentru dispozitivele de tip CPAP [6].

Nivelul de eroare al dispozitivului se determină în urma măsurării succesive a debitului maxim inspirator, expirator și presiunii la ieșirea dispozitivului.

Dispozitivele de tip CPAP clasice prezintă dezavantaje precum prezența tuburilor și a cablurilor, greutatea crescută, dificultatea în utilizare și preț dezavantajos. Un alt dezavantaj remarcat este legat de zgomotul care poate fi deranjant. Dispozitivul CPAP miniaturizat prezintă disconfort scăzut și mobilitate crescută, zgomot redus, stabilitate, utilitate în cazul pacienților care respiră pe gură și evitarea sentimentului de claustrofobie.

### Concluzii

Dispozitivul propus menține presiunea terapeutică și minimizează variațiile de presiune în timpul respirației spontane. Acesta reprezintă o soluție fezabilă deoarece presiunea se reduce în mod activ în timpul expirului, eliminându-se un dezavantaj al dispozitivelor CPAP clasice. Această detecție poate fi îmbunătățită prin utilizarea unui anemometru cu fir cald.

În viitor, dispozitivului i se poate adăuga un sistem de umificare fără apă pentru a se evita congestia nazală și sindromul de gura uscată, dar și un sistem de monitorizare a episoadelor de apnee pentru a putea urmări evoluția pacientului.

În prezent, dispozitivul propus rezolvă niște inconveniente majore ale terapiei cu dispozitive CPAP clasice, care aveau drept consecință renunțarea la terapie într-un timp relativ scurt.

**Mulțumiri.** Ținem să mulțumim colectivului de profesori coordonatori din cadrul Universității de Medicină și Farmacie GRIGORE T POPA Iași, Facultatea de Bioinginerie Medicală, format din As.Univ.Dr. LUCA Cătălina, Conf.Univ.Dr. CORCIOVĂ Călin și Bioing.Drd. FUIOR Robert.

### Bibliografie

1. Zinovia Zorina, *Curs Anatomie*, Universitatea de stat de Medicină și Farmacie "Nicolae Testemițanu" din Republica Moldova, 2020.
2. Eliot A. Phillipson, *Harrison's Principles of Internal Medicine*, Vol.2, Mc Graw Hill Education, ISBN-10: 0071748873, p. 1632-1636.
3. Dan V. Poenaru, *Curs de pneumologie pentru studenți*, Editura „Victor Babeș”, Timișoara, ISBN 978-606-786-152-5, p. 145-149.
4. Elena Danteș, *Patologia somnului din perspectivă pneumologică. Sindromul de apnee în somn obstructiv*, Revista Medicală Română, Vol. LX, Nr. 3, 2013, Constanța, p. 168-178.
5. Zheng-Long Chen, Zhao-Yan Hu, Hou-De Dai, *Control system for a Continuous Positive Airway Pressure ventilator*, Biomed Eng Online 11, 5, 2012.
6. ISO 17510:2015, *Medical devices – Sleep apnoea breathing therapy – Mask and application accessories*, [accesat 13.01.2022]. Disponibil: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17510:ed-1:v1:en:sec:C>.
7. <https://ardushop.ro/ro/electronica/31-placa-de-dezvoltare-nano-v3-atmega328.html> [accesat 13.01.2022]
8. <https://www.optimusdigital.ro/en/pressure-sensors/1353-modul-senzor-de-presiune-mpxv7002dp.html> [accesat 13.01.2022]