

ПРИЛОЖЕНИЕ НА НИСКОЧЕСТОТЕН ЗВУКОВ ГЕНЕРАТОР ЗА ТЕРАПЕВТИЧНИ ЦЕЛИ

Силвия Станева*, Горан Горанов

Технически университет – Габрово, ул. Хаджи Димитър 4 гр. Габрово, България

**Кореспондиращ автор: silviq_staneva@abv.bg*

APPLICATION OF LOW FREQUENCY SOUND GENERATOR FOR THERAPEUTIC PURPOSES

Silviya Staneva*, Goran Goranov

Technical University of Gabrovo, 4 Hadji Dimitar St., Gabrovo, Bulgaria

**Corresponding author: silviq_staneva@abv.bg*

Abstract

This paper presents an experimental study of an electronic sound generator designed for therapeutic sound applications. The primary objective is to investigate the influence of specific frequencies on the human body. The research includes an analysis of frequency accuracy, harmonic distortion, and user response. The obtained results indicate the necessity of developing a specialized approach to signal generation tailored for therapeutic purposes.

Keywords: Sound generator, Frequency control, Acoustic therapy, Audio signal, Modulation, Neuroacoustic research

ВЪВЕДЕНИЕ

Звукът представлява механична вълна, която предизвиква въздействие върху слуха, нервната и психофизиологичната система на човека. В съвременните научни изследвания нараства интересът към използването на звукови стимули като средство за подобряване на концентрацията, съня и емоционалното състояние на човека.

Генерирането на звукови честоти чрез цифрови устройства позволява изследване на влиянието на различни честотни диапазони с ниски честоти под 250Hz върху когнитивните и физиологични процеси на човека.[1, 2, 3, 4]

Генераторът на звук е електронно устройство, което генерира тонове с различни честоти и амплитуди. В настоящата статия се използва функционален

генератор за изследване на неговото влияние върху поведението и говорните нарушения при деца със специални потребности.

Честотата и амплитудата на генерираните тонове могат да се регулират, за да отговарят на специфичните изисквания. Целта е определяне на конкретни честоти поваляващи подобряване състоянието на хора със специални потребности.

Честотата (измервана в херца) определя височината на тона – колкото по-висока е честотата, толкова повече води до повишаване на емоционално състояние на нервност на човека със специални потребности. Силата на звука повлиява върху въздържането на моториката.

Функционалните генератори създават синусоидални, правоъгълни, триъгълни и трионообразни сигнали, реализирани чрез различни методи. [5,6]

Изследване на тяхната модулация може да съдейства за подобряване на състояние при хора със специални потребности.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Използваният експериментален звуков генератор, който не е обект на настоящото изследване (фиг.1) е с честоти от 0,01Hz-500KHz .

Изходна амплитуда -10 +10V.

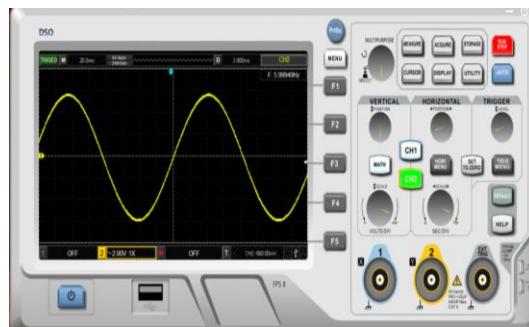
Изходен импеданс 50 Ом.



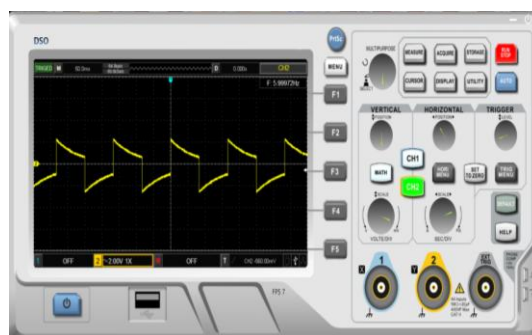
Фиг. 1. Функционален генератор

Методът ДДС (DDC) използва предимно методологии за извличане на числа от таблици за изчисляване на формите на вълните с точност, значително подобрена от съвременния напредък в обработката на цифрови сигнали.

Изследваните изходните форми на сигналите подавани към нискочестотния усилвател на звук и тествани на лица със специални потребности са показани на следващите фигури.

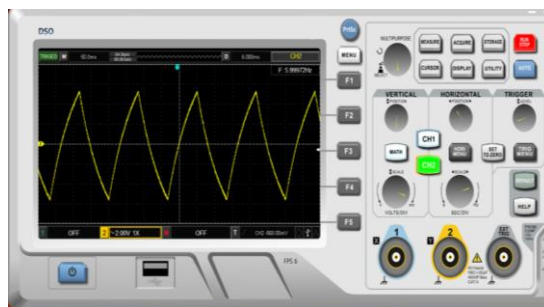


Фиг. 2. Синусоидална вълна – най-чистата форма на звуков сигнал.



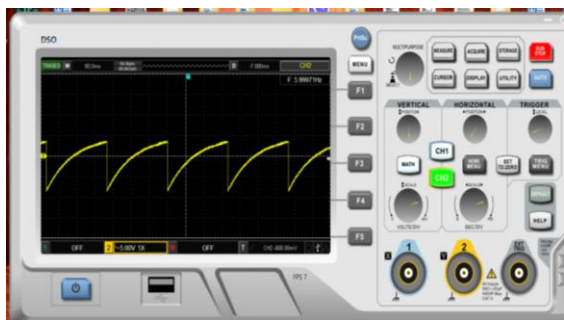
Фиг.3. Импулсен сигнал.

Ясно се вижда, че формата на сигнала не е правилна. Това е една от предпоставките за подобряване на качеството на сигнала, чрез разработване на специализиран генератор на нискочестотен звук.



Фиг.4. Триъгълна вълнова форма.

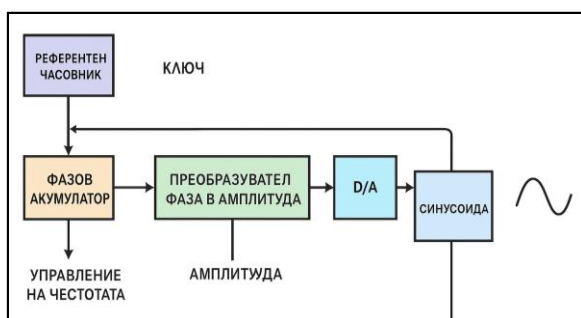
Изследването е насочено към качеството на сигналите на съществуващи преносими генератори и количественото въздействие върху хората.



Фиг.5. Тригонообразна вълна – използвана за създаване на плътни тембри.

И в този случай тригонообразния сигнал е със неправилна форма.

В основата на DDS генератора е 32-битов акумулатор, изработен за фазово проследяване, предлагайки значително ниво на прецизност. Тази техника позволява генериране и модулация на честотата, осигуряваща стабилен изход - фиг.6.



Фиг.6. блокова схема на DDS

Използването му позволява на да се поддържа точността, като същевременно ускорява скоростта на обработката. [7,8,9] Крайния усилвател обаче изкривява сигналите, което е проблем за формиране на точната звукова честота. Представеният сигнал на фиг.2 в същността си е синусоида но формата и се променя при натоварване. В случая се получава ограничена амплитудата отдолу.

Блок-схема представена на фиг.7 демонстрира основните функционални елементи на звуков генератор който може да се реализира чрез различни методи. Прилагането на цифров синтез в програмируема логика или използването

на специализирани интегрални схеми в комбинация със микроконтролер, ще позволят проектиране на конкретно изделие за медицински цели, подобряващо състоянието на хора със специални потребности.



Фиг.7 Обобщена схема на нискочестотен генератор

Необходимо е обаче разработването на възможности за модулация и определянето и задаването на точни 3-4 често, който въздействат на човека.

Блоковете на фиг.7 включват:

1. Прецизно захранване.
2. Кварцово стабилизирани осцилатор.
3. Цифрово-аналогов преобразувател (синус, триъгълна, квадратна).
4. Контрол на амплитудата – регулира нивото на изходния сигнал.
5. Нискочестотен усилвател.
6. Говорител или слушалки.

Направените изследвания със съществуващия генератор, показват че е необходимо разработването на специализиран такъв със параметри показани в таблица 1. В тази таблица се предлага и разработен алгоритъм за провеждане на верификация на звуков генератор използван за подобряване на

състоянието на лица със специални потребности.

Таблица 1

Персонализиране сензорен профил, предпочитания		
Частотни групи	Методи на доставка	Продължителност
Delta <4 Hz Theta 4–8 Hz Alpha 8–12 Hz Beta 13–30 Hz поведение) Gamma >30 Hz	Бинаурални Beats Тунинг/музика Бял/розов шум Природни звуци	Протокол (доза) Интензитет (dB) Сесии/фази Мониторинг - EEG
Очаквани ефекти (хипотези/примери) - Успокоение / намаляване на тревожност (Theta/Alpha) - Подобряване на внимание/фокус (Beta) - Подобро сънно състояние (Delta / успокояващи звуци)		
Оценка на резултат качества, поведение и безопасност		

Аутизмът (ASD) е невноразнообразно състояние и децата с аутизъм се чувстват по-спокойни, фокусирани и по-добре възприемат поставените задачи. Ниско-честотния звукът активира мозъчни области, свързани с емоции, език и моторика. Подпомага социалното взаимодействие, комуникацията и намалява тревожността. Недостатък на този тип генератор на сигнали е, че възпроизвежда само една форма на изходния сигнал в даден момент. Не са изследвани модуляции на две и повече различни честоти едновременно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Със настоящото изследване се наблюдават функционалните възможности и приложение на генератор от тип DDS при хора с цел подобряване на състоянието им. Откриване на точно определени въздействащи честоти, класифицирането и валидирането им с цел проектиране на генератор за звукова терапия с възможност за автоматично адаптиране на честота, амплитуда и тип на вълната

според индивидуалните нужди на човека, без нужда от допълнителни модулиращи устройства.

Днес е възможно проектирането на софтуер за персонален компютър със необходимите възможности за генериране на звук. Иновациите продължават с интегрирането на генератори на звук във виртуални инструменти и приложения за изкуствен интелект.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fatin Amira Shahrudin, Ahmad Aidil Arafat Dzulkarnain, Ayu Madiha Hanafi, Fatin Nabilah Jamal, Nadzirah Ahmad Basri, Shahrul Na'im Sidek, Hazlina Md Yusof, and Madiah Khalid, Music and Sound-Based Intervention in Autism Spectrum Disorder: A Scoping Review, Psychiatry Investig 2022;19(8):626-636, Print ISSN 1738-3684 / On-line ISSN 1976-3026.
- [2] Vardan Arutiunian, Giorgio Arcara, Irina Buyanova, Elizaveta Davydova, Darya Pereverzeva, Alexander Sorokin, Svetlana Tyushkevich, Uliana Mamokhina, Kamilla Danilina, Neuromagnetic 40 Hz Auditory Steady-State Response in the left auditory cortex is related to language comprehension in children with Autism Spectrum Disorder, Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry Volume 122, 2 March 2023, <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2022.11069>.
- [3] David M Simon, Mark T Wallace, Dysfunction of sensory oscillations in Autism Spectrum Disorder, PMID: PMC5119455, doi: 10.1016/j.neubiorev.2016.07.016
- [4] Lauren Cornew, Timothy P. L. Roberts, Lisa Blaskey, Resting-State Oscillatory Activity in Autism Spectrum Disorders, Journal of Autism and Developmental Disorders 42(9):1884-94, 2021 DOI:10.1007/s10803-011-1431-6
- [5] Kierra Pietramala, Alessandro Greco, Alberto Garoli and Danielle Roblin, Effects of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field Treatment on ASD Symptoms in Children: A Pilot Study, MDPI2024, <https://doi.org/10.3390/brainsci14121293>

- [6] Carel Ostendorf, Cauberg Huygen, How to find the Source of Low Frequency Noise: Three Case Studies, Journal of Low Frequency Noise, Vibration & Active Control March 2009, DOI:10.1260/026309209788056393
- [7] Горан Горанов, Цифрова Схемотехника, Университетско издателство Габрово 2016, ISBN 978-954-683-554-3.
- [8] Горанов Горан., Генератор, управлявани от код в структурата на ALL DPLL реализиран в програмируема логическа среда, Машиностроене и електротехника, бр.1, 2013 стр. 38-41, ISSN 0025-455x, ISSN 1313-7387.
- [9] Горанов Горан, Използване на метода Fractional-N за реализация на генератор, управляван от код, в програмируемо логическо устройство, Автоматика и информатика, бр.1, 2007, стр.38-40. ISSN 0861 -7562.