

АВТОМАТИЗАЦІЯ АКУСТИЧНИХ ТЮНЕРІВ ДЛЯ СТРУННИХ МУЗИЧНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

У тезах розглядаються проблеми налаштування музичних інструментів, зокрема гітари, з акцентом на важливість точного відтворення частот для якісного музичного виконання. Особливу увагу приділено труднощам, з якими стикаються початківці під час ручного налаштування, зокрема через відсутність об'єктивного еталону звуку та когнітивні обмеження слухового сприйняття. Окрема частина присвячена використанню сучасних цифрових тюнерів, які автоматизують процес налаштування за допомогою алгоритмів аналізу частоти, підвищуючи точність і зменшуючи навантаження на музиканта. Автор підкреслює переваги технологічних рішень у забезпеченні інтонаційної стабільності як у сольній грі, так і в ансамблевому виконанні.

Ключові слова: Автоматизація, тюнер, акустика, електрична схема, частота, цифровий зворотний зв'язок, налаштування інструмента.

Правильно налаштований інструмент дозволяє виконувати музичні твори з точною передачею звучання кожної ноти. Особливо для початківців налаштування інструмента часто стає головною проблемою. Просто знати, як має звучати відкрита струна – недостатньо. У сучасному світі налаштування музичних інструментів стало значно простішим та доступнішим завдяки розвитку технологій. Хоча базові принципи залишаються незмінними, з'явилося безліч інструментів та методів, які полегшують цей процес як для початківців, так і для досвідчених музикантів. Автоматизувавши процес настройки інструменту музиканти позбавляються ряду проблем [1].

Альтернативні строї гітари вимагають від музиканта точного налаштування кожної струни на нетипову частоту, що відрізняється від стандартного еталонного строю «EADGBE». У процесі ручного налаштування без інструментального контролю виникає акустична похибка через інтервальний зсув. Відсутність візуальної або цифрової референції ускладнює досягнення тональної стабільності, особливо за умов багаточастотного контексту гри. Людське вухо сприймає звук не абсолютно, а в межах інтерпретованого когнітивного діапазону, з урахуванням тембру, гучності та контексту.

Це означає, що музикант може сприймати частоту з невеликою похибкою як правильно налаштовану. Відсутність об'єктивного частотного еталону (наприклад, 440 Гц для ноти ля) спричиняє мікроінтонаційні відхилення, що призводить до акустичного конфлікту в поліфонічному середовищі. Через фізичні властивості струни (еластичність, натяг, температурні коливання) її частотна стабільність знижується після активного використання. В умовах неінструментального налаштування кожне згинання або активна вібрація спричиняє мікродеструкцію натягу, що потребує повторного аналізу звучання.

Без цифрового зворотного зв'язку цей процес є непередбачуваним та трудомістким. Під час колективного виконання кожен інструмент має відповідати єдиному темперованому строю. Відсутність централізованого калібрування (наприклад, електронного тюнера, що базується на хронометрованому осциляторі) спричиняє частотне розходження. Такі відхилення створюють фазові зсуви та стоячі хвилі, що порушують інтонаційний баланс у загальному ансамблі.

Процедура налаштування без інструментальної допомоги потребує підвищеної когнітивної обробки слухових сигналів, що залучає робочу пам'ять, увагу та психофізіологічну концентрацію. Такий тип діяльності є ментально енерговитратним і знижує ефективність підготовчого процесу, що особливо критично у стресових або обмежених за часом ситуаціях.

Автоматизовані тюнери з вбудованими алгоритмами зчитування частоти (на основі алгоритму швидкого перетворення Фур'є) здатні точно налаштовувати струни відповідно до заданого спектру частот. Це дозволяє миттєво переходити до нестандартних строїв без необхідності ручного перерахунку інтервалів. Вбудовані мікропроцесори виконують референцію до внутрішньої таблиці частот, що повністю виключає помилки при переході до відкритих чи нестандартних ладів [2].

Для експериментального кола був обраний лінійний підсилювач LT1886 Dual 700MHz, 200mA. На рисунку 1 показано схему, яка з'єднує світлодіоди від звичайного тюнера, операційний підсилювач, резистори, діоди, джерело живлення і, нарешті, двигун. Діоди в антипаралельній конфігурації були додані до схеми, щоб відсікти будь-які малі напруги, які могли б надіслати хибний сигнал до операційного

підсилювача. Запобігання проходженню малих напруг до операційного підсилювача зменшить шум і небажану реакцію двигуна. Резистори 1,5 кОм і 100 кОм були додані для досягнення достатнього підсилення між вхідною напругою світлодіода і бажаною вихідною напругою, що подається на двигун. Останній резистор на 10 кОм був установлений для диференціації між двома входами в операційний підсилювач. Якщо виникне перевищення, існує ймовірність, що обидва світлодіоди можуть увімкнутися одночасно. Той, що матиме більшу напругу в цей момент, залишиться «УВІМКНЕНИМ», а світлодіод, який був «УВІМКНЕНИМ», матиме меншу напругу через резистор 10 кОм, що обмежує протікання струму.

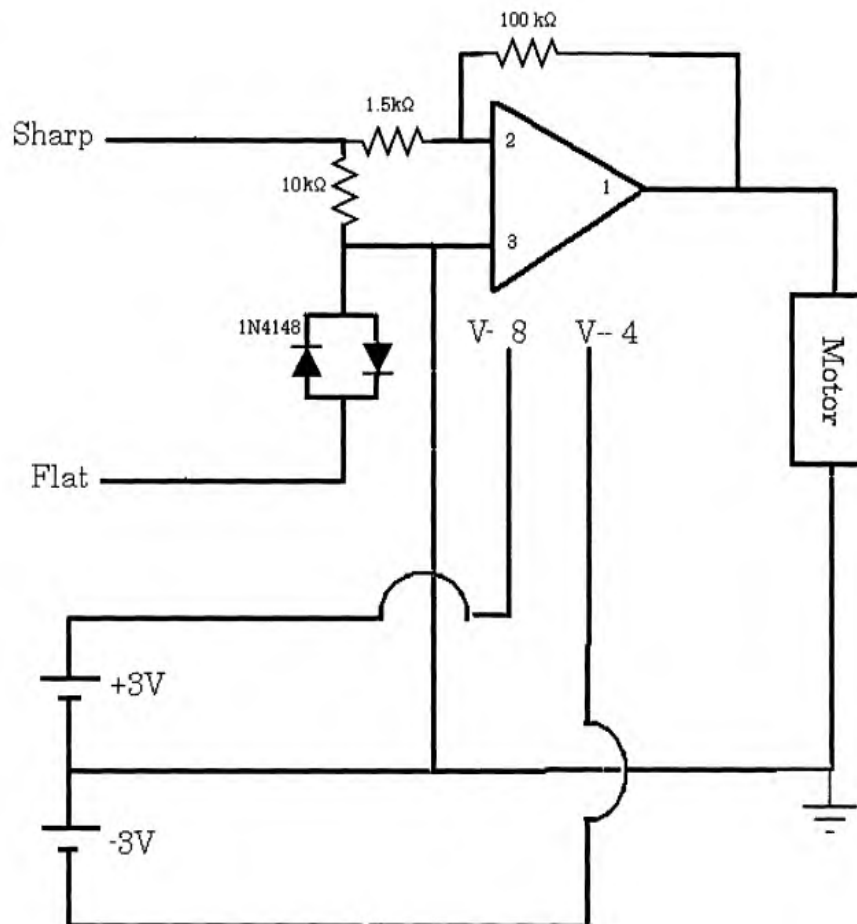


Рис. 1. Схема із звичайним тонером і мотором

References

1. (IJCSIS) International Journal of Computer Science and Information Security, Vol. 6, No. 2, 2009 from <https://arxiv.org/pdf/0912.0745>
2. Submitted to the Department of Mechanical Engineering On May 6, 2005 in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Bachelor of Science in Mechanical Engineering from <https://core.ac.uk/download/pdf/4398282.pdf>

DOI 10.34132/mspc2025.01.06.38

Volodymyr Shenkevych
Viktoria Puzaneva

AUTOMATION OF ACOUSTIC TUNERS FOR STRING MUSICAL INSTRUMENTS

The article examines the problems of tuning musical instruments, in particular guitars, with an emphasis on the importance of accurate frequency reproduction for high-quality musical performance. Particular attention is paid to the difficulties that beginners face during manual tuning, in particular due to the lack of an objective sound standard and cognitive limitations of auditory perception. A separate part is devoted to the use of modern digital tuners that automate the tuning process using frequency analysis algorithms, increasing accuracy and reducing the

load on the musician. The author emphasizes the advantages of technological solutions in ensuring intonation stability both in solo playing and in ensemble performance.

Key words: Automation, tuner, acoustics, electrical circuit, frequency, digital feedback, instrument tuning.

Відомості про авторів / Information about the Author

Володимир Шенкевич, викладач кафедри Автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна E-mail: vlnshenk@ukr.net.

Volodymyr Shenkevych, lecturer at the Department of Automation and Computer-Integrated Technologies, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine E-mail: vlnshenk@ukr.net.

Вікторія Пузаньова, студентка 2 курсу спеціальності «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: puzanevaviktoria@gmail.com .

Viktoria Puzaneva, 2th year student of the Department of Automation, Computer-Integrated Sciences and Robotics, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. E-mail: puzanevaviktoria@gmail.com .

© В. Шенкевич, В. Пузаньова
20.05.2025.

Стаття отримана редакцією