

Projektiranje naglavnog uređaja za reprodukciju zvuka tehnologijom koštane provodljivosti s aktivnim propuštanjem glasa



Autor: Ivan Kožar Mentor: Prof. dr. sc. Mario Cifrek
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

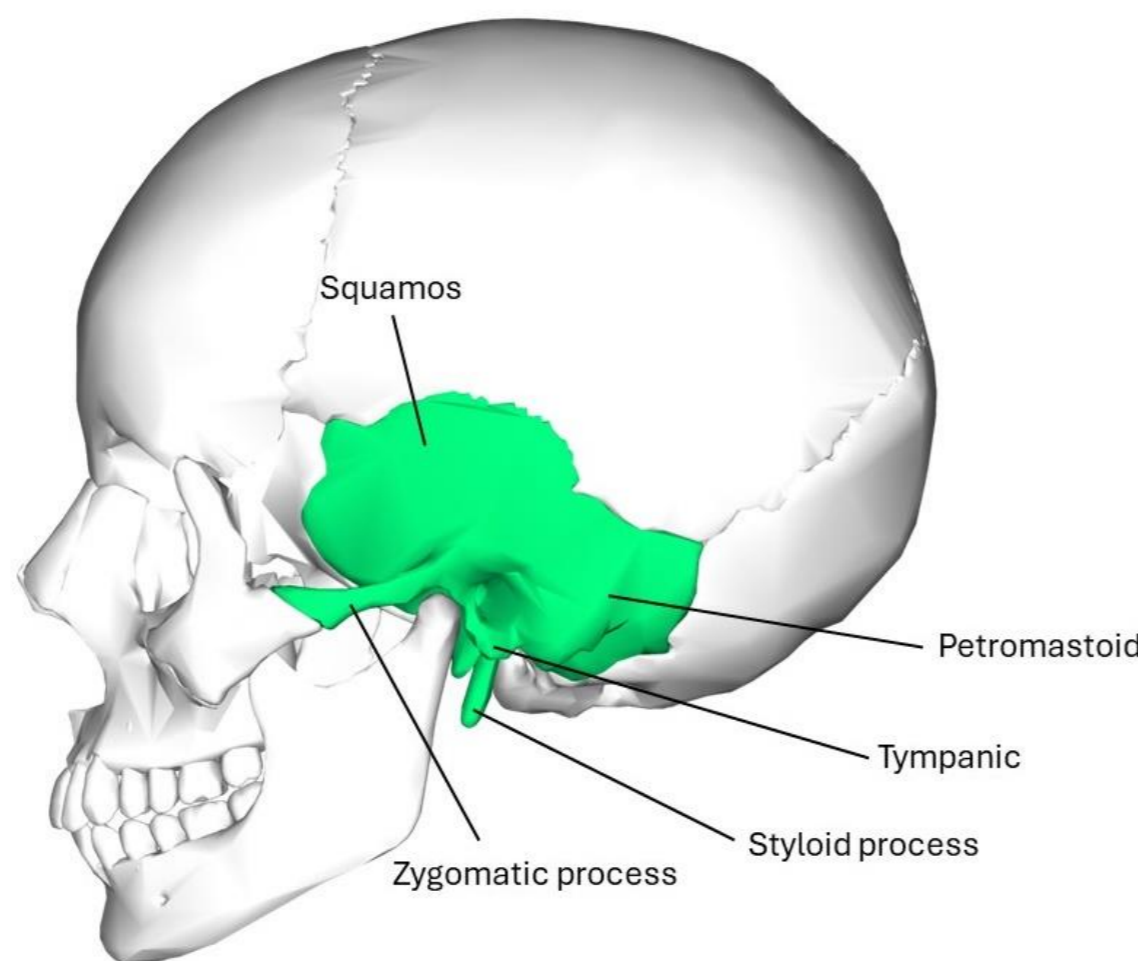


1. Uvod

Tehnologija koštane provodljivosti predstavlja inovativan pristup prijenosu zvuka zaobilazeći vanjsko i srednje uho, izravno stimulirajući unutarnje uho putem vibracija koje se prenose kostima lubanje. Ova tehnologija našla je raznolike primjene, uključujući medicinske uređaje za dijagnostiku i liječenje provodnog gubitka sluha, rekreativne slušalice koje korisniku omogućavaju veću osviještenost o okolini nego tradicionalne slušalice, te specijalizirane komunikacijske alate za vojsku i policiju. Napredak tehnologije u području baterija, mikroelektroničkih komponenti i pretvornika energije doprinio je povećanju kvalitete i dostupnosti ovih uređaja, čineći ih vrijednom alternativom tradicionalnim metodama prijenosa zvuka.

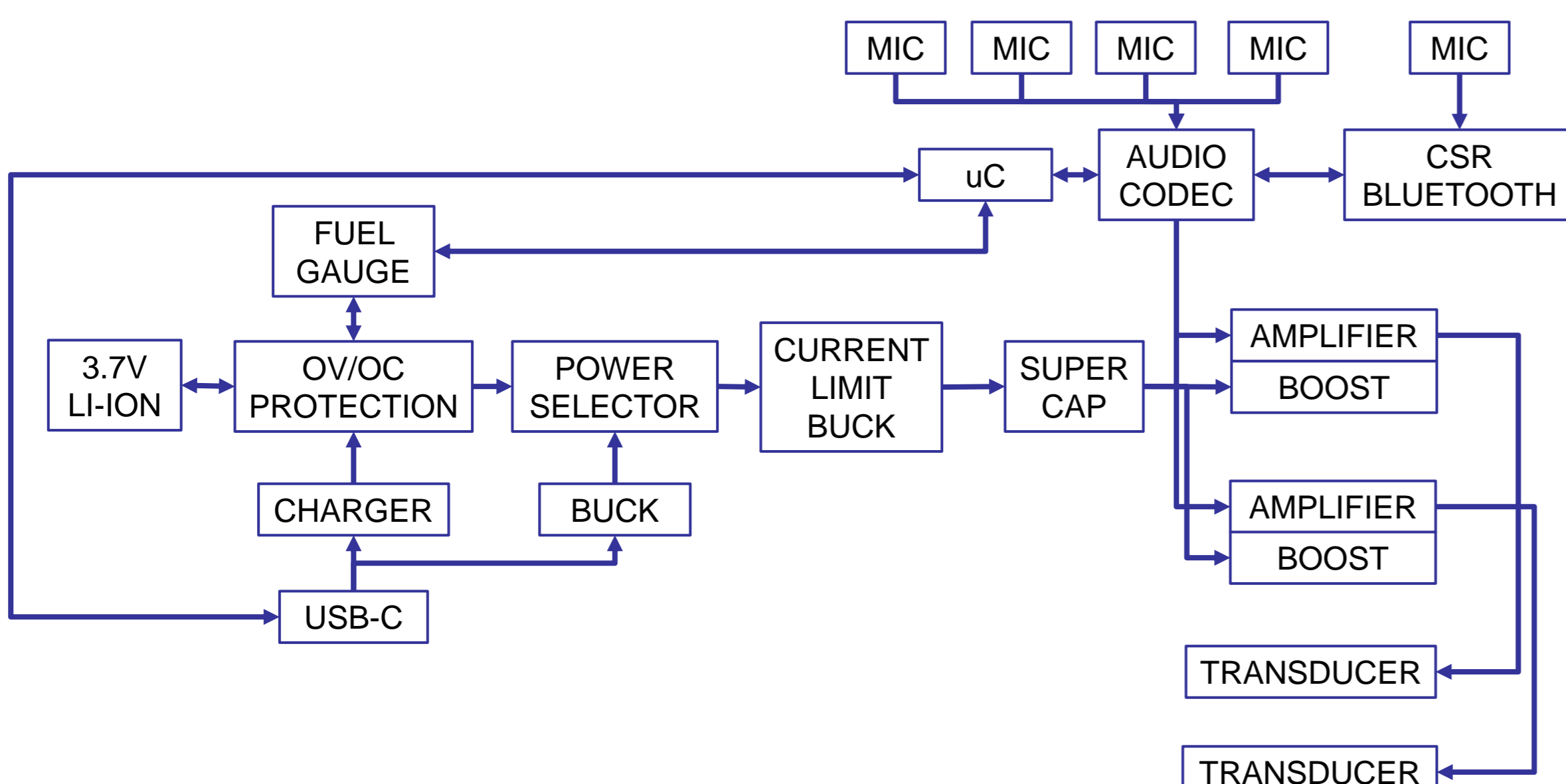
2. Opis problema

Cilj ovog rada bio je projektirati kompletan uređaj za reprodukciju zvuka korištenjem tehnologije koštane provodljivosti. Uređaj mora biti napajan iz litij-ionskog akumulatora te projektiran za minimalnu potrošnju energije. Posebna pažnja mora biti posvećena mikrofonskom i audio podsustavu s ciljem omogućavanja propuštanja i pojačanja glasa korisnika ili osoba iz okoline. Sam uređaj mora biti dizajniran da se nosi na glavi, obrađujući pritom posebnu pažnju na ergonomiju i efikasan prijenos vibracija na mastoidni dio sljepoočne kosti.



3. Metoda

Arhitektura sustava osmišljena je na način da omogući maksimalnu fleksibilnost prilikom daljnjeg razvoja uređaja. Izabrani audio CODEC ima potpuno analogni blok koji omogućava upotrebu 4 digitalna ili 2 analogna mikrofona, podešavanje pojačanja ulaznih pretpojačala, miksiranje s drugim analognim ili digitalnim izvorima zvuka te prijenos tog signala na izlazna pojačala u stvarnom vremenu. Mikroupravljač serije STM32L4 zadužen je za upravljanje napajanjem i ostalim sklopovljem, a dodatno se može konfigurirati kao USB zvučna kartica i pružati mogućnost digitalnog prijenosa zvuka u ili iz audio CODEC-a. Bluetooth 5.1 modul omogućava povezivanje s računalom ili pametnim telefonom za pozive ili slušanje glazbe.



Napajanje je izvedeno pomoću dva litij-ionska akumulatora ukupnog kapaciteta 1800 mAh, a nekoliko regulatora zadužen je za podizanje, spuštanje i stabilizaciju tog napona. Kako bi se akumulatori zaštitili od privremenih preopterećenja uzrokovanih reprodukcijom dubokih tonova uz veliku izlaznu snagu, ugrađen je sklop koji kombinira superkondenzatore i buck regulator sa strujnom regulacijom. Ako se dogodi situacija gdje izlazna pojačala zahtijevaju više energije nego što akumulatori mogu isporučiti, dodatna energija se može povući iz superkondenzatora.

4. Rezultati

Razvijen je sustav od ukupno 6 rigidnih i 6 fleksibilnih tiskanih pločica, koje se montiraju na elastično kućište slično rajfu za kosu, izrađeno od kompozitnih materijala. Ono je dizajnirano tako da prilikom korištenja minimizira rastezanje na području rigidnih pločica, a istovremeno maksimizira rastezanje na području fleksibilnih pločica. Pločice se na kućište učvršćuju pomoću vijaka M1.4, a one su redom (od gore prema dolje):

- Lijevi vibrator s izlaznim pojačalom
- Pločica s mikroupravljačem
- Pločica s audio podsustavom
- Pločica s napajanjima
- Pločica s Bluetooth modulom
- Desni vibrator s izlaznim pojačalom

Fleksibilne pločice su:

- Četiri vezne FPC pločice
- BMS pločica
- Pločica s mikrofonom

Fleksibilne pločice rađene su u standardnoj dvoslojnoj tehnologiji s ukrućivačima (stiffener), a ostale rigidne pločice kombiniraju četveroslojne i šesteroslojne dizajne. Zbog iznimnog stupnja integracije, pločica s mikrokontrolerom i pločica s audio podsustavom izravno su zalemljene jedna na drugu pomoću dodatne vezne pločice.

5. Zaključak

Razvijeno je potpuno hardversko rješenje koje omogućava reprodukciju zvuka pomoću tehnologije koštane provodljivosti. Audio sustav omogućava izravno preusmjeravanje zvuka s mikrofona na izlazna pojačala uz minimalna fazna izobličenja te miješanje s drugim zvučnim signalima. Modularnost ovog sustava omogućava brze i jeftine modifikacije i nadogradnje.

