

Došlo: 13 -07- 2020

Č. záz.: KOP/434/2020 Pril.:
Č. spisu: Vyb:

Posudok oponenta habilitačného konania

Uchádzač: Ing. Branko Babušiak
Odbor: Teoretická elektrotechnika
Názov habilitačnej práce: Elektrické prejavy biologických systémov a ich snímanie

Predložená habilitačná práca sa venuje vysoko aktuálnej problematike neinvazívneho snímania signálov generovaných biologickými systémami. Atraktivnosť tejto témy vyplýva okrem iného zo súčasného rýchleho rozvoja telemedicíny.

Detekcia elektrických biosignálov predstavuje z pohľadu teórie elektromagnetického poľa zložitú úlohu, nakoľko medzi zdrojom elektrických prejavov a detekčnými elektródami sa nachádzajú biologické tkanivá, ktoré ovplyvňujú elektromagnetické pole generované týmito zdrojmi. Z toho vyplýva, že zvládnuť problematiku snímania elektrických prejavov biologických systémov znamená opísať a pochopiť mechanizmy ich vzniku, šírenie sa tkanivami, získanie z povrchu tela, ako aj vývoj elektronických systémov schopných ich detekcie a ďalšieho spracovania. Tomu zodpovedá aj štruktúra predloženej práce.

V kapitole 2 autor stručne vysvetľuje vznik membránového elektrického napätia bunky a šírenie elektrického signálu nervovým vláknom, pričom používa Hodgkin-Huxleyov elektrický model bunkovej membrány, ako aj šírenie elektrického signálu v objemovom biologickom tkanive.

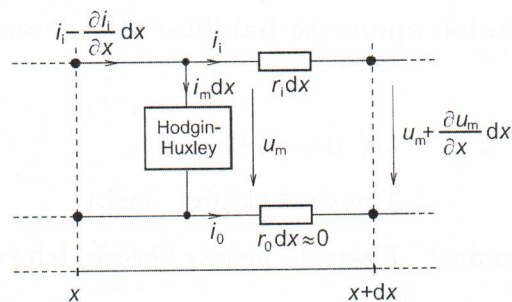
V kapitole 3 autor čitateľa oboznámi s problematikou snímania elektrických signálov z povrchu tela - opisuje reťazec od náhradného elektrického modelu elektród, uvádza požiadavky kladené na zosilňovače signálov. Priložené publikácie autora s prezentovanými výsledkami dokazujú jeho erudíciu v oblasti návrhu príslušných elektronických obvodov.

Kapitola 4 je venovaná analýze vlastností vodivých vlákien a textílií a ich využitiu pri snímaní elektrických signálov z povrchu tela. Priložené publikácie autora sú venované experimentálnemu overovaniu šírenia signálu rôznych časových priebehov v rôznych tkaninách. Obzvlášť oceňujem autorov vlastný návrh textilnej kapacitnej elektródy a experimentálne overenie jej funkčnosti.

K práci si však dovoľím mať niekoľko pripomienok – týkajú sa predovšetkým odvodení na str. 8. Vo vzťahu (2.5) je membránové napätie vyjadrené malým písmenom u_m , avšak v nasledujúcej rovnici je pre túto veličinu použité veľké písmeno U_m . Pokiaľ je veličina (napätie) časovo premenná, obvykle sa označuje malým písmenom. Vo vzťahu (2.6) je taktiež zavedený „malý inkrement“ na osi x . Autor pravdepodobne myslí infinitezimálny úsek na osi x , preto by vo vzťahu (2.6) malo pravdepodobne byť dx namiesto Δx . Mätúci je taktiež prechod medzi vzťahmi (2.8) a (2.9). Vo vzťahu (2.6) je premenná i_i vyjadrená v bode $(x + \Delta x)$, dosadenie do (2.8) by viedlo na deriváciu $\frac{\partial i_i(x + \Delta x)}{\partial x}$. Výhodnejšie by pravdepodobne bolo zaviesť napätie u_m a prúd i_i podľa Obr. 1.

Došlo: 13-07-2020

Číslo: 5
 Výp: 5



Obr. 1

Výrazy $\frac{\partial u_m}{\partial x}$ a $\frac{\partial i_i}{\partial x}$ vyjadrujú zmenu membránového napätia, resp. intracelulárneho pozdĺžneho prúdu na jednotku dĺžky v smere x . Úpravou rovnice 2. Kirchhoffovho zákona

$$-u_m + r_i dx + \left(u_m + \frac{\partial u_m}{\partial x} \right) = 0$$

priamo získame vzťah zodpovedajúci rovnici (2.6)

$$\frac{\partial u_m}{\partial x} = -r_i i_i,$$

z ktorého dosadením do úbytku intracelulárneho pozdĺžneho prúdu

$$i_m = -\frac{\partial i_i}{\partial x}$$

už ľahko získame vzťah medzi membránovým prúdom a napätím

$$i_m = \frac{1}{r_i} \cdot \frac{\partial^2 u_m}{\partial x^2}.$$

Takýto postup sa mi zdá byť „čistejší“ v porovnaní s postupom prezentovaným v práci.

Str. 10 dole — objemový vodič je nekonečne rozľahlý, nie nekonečne dlhý.

Str. 11 — v prvej časti vzťahu (2.13) je pravdepodobne preklep — správne by malo byť

$$\Phi_0 = \frac{1}{4\pi\sigma_0} \int_V \frac{i_m}{d} dV = \dots$$

Záver

Preloženou habilitačnou prácou a výberom publikovaných prác autor dokazuje, že uvedenej oblasti má obsiahly prehľad a má skúsenosti. Je zrejmé, že je jedným z kľúčových členov tímu, ktorý sa na Katedre teoretickej elektrotechniky a biomedicínskeho inžinierstva zaoberá uvedenou problematikou. Výsledky sú dokumentované reálnymi funkčnými zariadeniami schopnými snímať elektrické signály generované biologickými systémami. Svojimi doterajšími výsledkami taktiež ukázal, že má ako dobrý teoretický základ, experimentálnu zručnosť tak aj vývojársku intuíciu, ktorou posúva riešenie problémov dopredu.

Zvolená téma predloženej plne zodpovedá odboru habilitácie Teoretická elektrotechnika. Zároveň konštatujem, že práca je aktuálna z hľadiska súčasného stavu riešenej problematiky. Výsledky práce dosahované Ing. Babušiakom boli pravidelne publikované v domácich a zahraničných časopisoch a na konferenciách. Práca je napísaná prehľadne a pútavo. Jej poňatím a členením, autor ukázal svoje dobré didaktické schopnosti.

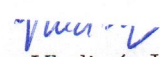
Po zhodnotení predloženej práce, doterajšej práce uchádzača, ako aj jeho výsledkov konštatujem, že jeho dielo je v súlade s platnými požiadavkami na habilitáciu v danom odbore. Uchádzač je vyzretou vedeckou osobnosťou s preukázanými pedagogickými schopnosťami. Stal sa jedným z kľúčových členov výskumného tímu, ktorý bude schopný rozvíjať ho a viesť ďalších mladších kolegov.

Na základe vyššie uvedeného po úspešnej obhajobe

odporúčam

Ing. Branka Babušiaka, PhD. habilitovať v odbore Teoretická elektrotechnika.

V Bratislave, 7. 7. 2020


doc. Ing. Vladimír Jančárik, PhD.