

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Karavaev** Jméno: **Aleksei** Osobní číslo: **465473**  
 Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
 Studijní program: **Biomedicínská a klinická technika**  
 Studijní obor: **Biomedicínský technik**  
 Název práce: **Návrh zařízení pro snímání a přenos EEG signálu**

## II. HODNOCENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kritéria hodnocení práce		Počet bodů
1.	<p>Splnění cíle a vhodnost struktury obsahu bakalářské práce z hlediska zadaného tématu (splnění zadání). (0 – 30)*</p> <p>Každá část či věta ze zadání musí mít jasný odraz ve zpracované práci. Excelentně splněné zadání může být ohodnoceno maximálním počtem bodů. V poměru rozsahu části v zadání, která není zcela vhodně či úplně zpracována, se hodnocení odpovídajícím způsobem snižuje.</p>	15
2.	<p>Teoretická úroveň a využití dostupné literatury v bakalářské práci. (0 – 30)*</p> <p>Oponent posuzuje relevantnost teoretické části k zadání, rozsah rešerší a systematické uspořádání zjištěných poznatků. Pokud převažuje doslovné převzetí textů, snižuje oponent hodnocení až o 15 bodů (přirozeně za předpokladu dodržení autorských práv). Důvodem pro snížení celkového hodnocení je dále nedostatečný výběr teoretických poznatků, literatury a zdrojů.</p>	30
3.	<p>Rozsah realizačních prací (SW, HW), aplikovaných vědomostí a znalostí, úroveň metodologického zpracování a závěrů práce. (0 – 30)*</p> <p>Maximální počet bodů lze udělit práci, která je vhodná k publikování. Tento aspekt se posuzuje zejména z hlediska významu pro obohacení teoretických poznatků a má praktický význam. Obzvláště pozitivně je hodnoceno vytvoření modelu, SW produktu a též technická realizace. Za drobné metodologické nedostatky se hodnocení snižuje až o 5 bodů. Nekonzistentnost zpracování s teoretickými východiskami a nejasný či ne zcela odborný metodologický přístup vede ke snížení minimálně o 15 bodů. Další snížení hodnocení lze udělit za nedostatečnou diskusi k závěrům. Celkem 30 bodů za velmi komplexní a bezchybnou práci včetně dalších aktivit jako je účast na vědecko-výzkumném projektu či grantu, aktivní účast na tvorbě publikací, patentů či užitečných vzorů.</p>	15
4.	<p>Formální náležitosti a úprava bakalářské práce (úroveň psaní, označení struktury textu, grafy, tabulky, citace v textu, seznam použité literatury apod.). (0 – 10)*</p> <p>Oponent hodnotí formální náležitosti z pohledu dodržení pravidel o psaní, atributů závěrečných prací, tj. formátování textu, struktury práce, seznamu použité literatury, vybavenosti bakalářské práce grafy a tabulkami, způsobu citování. Za nedodržení jednotlivých pravidel snižuje maximální hodnocení o 2 body za každý nerespektovaný atribut. Rovněž za výskyt gramatických chyb, překlepů a nevhodné stylistiky a terminologie se snižuje hodnocení o 2-4 body. V práci by se měla objevovat pouze standardní odborná terminologie a to zejména v českém jazyce (je třeba hodnotit schopnost vyjadřovat se technickým jazykem – 2 body), grafy jsou tvořeny podle zásad (viz tolerance a vliv statistického zpracování – 2 body), u grafů a tabulek jsou patřičné legendy a vše je čitelné (2 body), jsou dodržena citační pravidla podle ISO690 a ISO690-2 (2 body).</p>	5
5.	<b>Celkový počet bodů</b>	<b>65</b>

\* Slovní hodnocení uveďte v komentáři.

### III. NÁVRH OTÁZEK K OBHAJOBĚ

1. Jaký signál zařízení měří při připojení na skalp člověka?

2. Jaký je vstupní šum zařízení při zapojení vstupu nakrátko? Jaké je jeho spektrum (ideálně spektrální výkonová hustota)?

3.

### IV. CELKOVÉ HODNOCENÍ ÚROVNĚ VYPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hodnocení**:	A (výborně)	B (velmi dobře)	C (dobře)	D (uspokojivě)	E (dostatečně)	F (nedostatečně)
Počet bodů:	100 - 90	89 - 80	79 - 70	69 - 60	59 - 50	< 50
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*\* v případě hodnocení F (nedostatečně) uveďte podrobný komentář

Bakalářskou práci hodnotím výše uvedeným klasifikačním stupněm a doporučuji/nedoporučuji k obhajobě.

### V. KOMENTÁŘ

V rámci bakalářské práce se autor pokusil zrealizovat zařízení pro snímání a bezdrátový přenos EEG signálu. Byla realizována analogová snímací část, číslicové zpracování změřených dat, bezdrátová linka a uživatelské rozhraní pro osobní počítač.¶

Dle předložené práce je zrealizované zařízení schopné snímat osm analogových kanálů, včetně bezdrátového přenosu a vizualizace. Mám ale několik výhrad k řešení, testování a formální stránce bakalářské práce.¶

Ohledně řešení analogové vstupní části vidím problém ve vstupním filtru, který je realizovaný jako RC článek s hodnotou rezistoru 2,2kOhm a hodnotou kondenzátoru 1uF. Vstupní impedance takového RC článku je na frekvenci 20Hz v absolutní hodnotě menší než 10kOhm, což je pro měření EEG nevhodné a zařízení tím nespĺňuje požadavek vysokého vstupního odporu uvedeného v seznamu požadavků na realizovaný přístroj. Za další problém považuji návrh desky plošných spojů: deska je realizována jako dvouvrstvá, bez jakékoliv i částečně kontinuální zemní roviny. U takového uspořádání bych očekával vysokou citlivost na elektromagnetické rušení (např. z bezdrátové linky) a potenciální přeslech mezi analogovou a číslicovou částí.¶

Ohledně testování vidím problém v absenci základních testů, které by ověřili použitelnost zařízení pro měření EEG a charakterizovali jeho základní vlastnosti. V rámci testování nebyly prezentovány žádné výsledky měření mozkové aktivity na člověku, tudíž nebylo verifikováno, zda zařízení plní svoji základní funkci. Také nebylo provedeno přímé měření vstupního šumu, což bych považoval za základní charakteristiku takového zařízení. Jediné měření částečně charakterizující přístroj bylo převedeno pomocí měření harmonického průběhu vytvořeného generátorem. Na základě tohoto měření bylo zjištěno, že směrodatná odchylka rozdílu mezi očekávaným a měřeným průběhem je 64μV. Pokud bychom tuto hodnotu považovali za hodnotu vstupního šumu přístroje, bylo by nutno konstatovat, že není použitelný pro měření EEG, jehož okamžitá amplituda se běžně pohybuje v rozmezí 10μV-100μV. Takovéto konstatování by ale bylo v souladu s výše uvedenými nedostatky v návrhu desky plošných spojů. Autor konstatuje, že prezentované zařízení pro měření EEG použitelné je, přičemž to zdůvodňuje tím, že použitý zesilovač a AD převodník poskytuje dostatečně vysoké rozlišení. Toto zdůvodnění však nebere v potaz velikost vstupního šumu zařízení a považuji ho za nesprávné.¶

Ohledně formální stránky bakalářské práce vidím několik nedostatků v kvalitě prezentace elektrických schémat,

kteře obsahují popisy překřývající se se schematickými značkami diskřétních součástek a vodičů, vodiče kreslené přes schematické značky integrovaných obvodů a chybějící značení integrovaného obvodu (na obr. 2.3 je integrovaný obvod označený jenom jako „Device“). V bakalářské práci se pak občas objevují anglické výrazy jako „bug/bugy“, „peak to peak“ a vývojový diagram na obr. 2.10 je prezentován v angličtině. V tab. 3.1, která obsahuje soupisku použitých součástek, bych očekával specifikaci typu a maximálního napětí použitých kondenzátorů.¶

Celkově mám pochybnosti, zda realizované zařízení je použitelné pro snímání mozkových signálů a to především kvůli nízké vstupní impedanci a potenciálně vysokému vstupnímu šumu. Zařízení obsahuje několik nedostatků a jeho testování neověřilo jeho základní funkci.

Jméno a příjmení: doc. Ing. Radoslav Bortel, Ph.D.  
Organizace: ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra teorie obvodů  
Kontaktní adresa: Technická 2, 166 27 Praha 6

Podpis: .....

Datum: .....