

## **Oponentský posudok habilitačnej práce Ing. Lukáša Nagya, PhD.**

s názvom *Príspevok k ultranízkonapäťovým a nízkopríkonovým systémom na čipe*

Predložená habilitačná práca je zhrnutím výsledkov viac ako 15 ročného vedecko-výskumného úsilia habilitanta v oblasti návrhu analógových systémov na čipe s ultranízskou hodnotou napájacieho napätia a zníženým príkonom integrovaných obvodov. Samotné jadro práce tvoria 3 kapitoly predstavujúce schopnosti modelov vlastností moderných MOS tranzistorov. Zameriava sa na moderné MOS nanorozmerové tranzistory a spôsoby ich riadenia a optimalizácie vlastností. V prvej časti sa zameriava na riadenie pomocou substrátovej elektródy. V ďalšej časti sa venuje optimalizácii ESD MOS tranzistorov s cieľom minimalizácie spotreby. Ďalšou oblasťou, kde predstavuje návrhy je napäťový komparátor s nízkym VDD napätím a nízkym príkonom až v nanowatoch.

**V posudku k predloženej práci** by som na začiatok chcel vyzdvihnúť, že sa jedná o ucelenú prácu s kompletnými riešeniami a topológiami vysvetlenými do detailov a čitateľ sa dozvie detaily návrhu aj samotnej topológie. V súčasnosti je to skôr zriedkavosť, lebo uchádzači viac využívajú možnosť súboru publikovaných prác. Aj v tomto prípade by uchádzač mal k dispozícii kvalitné práce na zostavenie súborného diela.

Formálne je práca napísaná čisto a odborne, čo sa od autority akou je budúci docent v danej téme aj očakáva. Dovolil by som si však upozorniť na jednu zvláštnosť v gramatickom prejave, ktorá sa prenáša z angl. jazyka do slovenských konštrukcií. Spojenia ako dvoj-bitový, malo-signálový autor píše s pomlčkou. Správne je bez pomlčky dvojbitový, malosignálový, ako napr. známe slovo trojizbový. V slovenskom jazyku sa pomlčka používa tiež, ale len v prípade ak sa jedná o viac zložiek ako napr. jablkovo-pomarančový. Ešte jeden formálny nedostatok, ktorý sa v práci opakuje, je interpunkcia za vzťahmi. Vzťah je súčasťou vetnej konštrukcie a môže byť napísaný v riadku, alebo typograficky odsadený na nový riadok, ale aj v takom prípade sa zachováva interpunkcia za ním, napr. čiarka, ak veta pokračuje, alebo bodka, ak vzťahom veta končí. Treba si tiež dávať pozor na automatické delenie slov na konci riadku a nespoliehať vždy na to. Zaujímavým spracovaním je zhrnutie s poukázaním na budúci výskum v tejto oblasti, ktoré nasleduje po každej kapitole. Z pohľadu prehľadnosti tiež práci napomohla krátka kapitola v závere sumarizujúca prínosy habilitačnej práce v 9 bodoch.

Niektoré návrhy topológií majú silný aplikačný charakter, ale nevidel som v prehľade výstupov patenty. Z toho dôvodu by som chcel upozorniť na význam patentu, a motivovať habilitanta do budúcnosti usilovať aj o patentovú ochranu nápadov a výsledkov zvlášť v prípade vyvinutých nových konceptov, kde deklaruje pre mňa významné vylepšenia. Napr. ma zaujal komparátor, kde dokázal topológiu vystavať z dvoch tranzistorov medzi zemou a napájaním namiesto zaužívaných štyroch a tým sa dostal z napätia VDD 0,4V až na excelentných 0,207 V.

*V týchto súvislostiach moderných nanometrových tranzistorov by som rád počul od habilitanta nadhľadové zhodnotenie, ako ďaleko, resp. k akej spokojnosti končí prototypový čip od návrhu, alebo kde sú rezervy modelov, aby boli bližšie realite. Napr. v prípade komparátora ste vyslovene našli rezervy v BSIM modeli. Dajú sa tieto rozdiely kvantifikovať?*

*Hoci sme v príkonoch v nanowatoch, čo znie fantasticky, tak si zároveň uvedomujeme, že táto energia je mikrometroch kubických. Vedeli by ste odhadnúť, že aké sú maximálne príkony z pohľadov takýchto topografií ako uvádzate, aby boli tepelné straty na čípe ešte akceptovateľné?*

Celkovo k predloženej práci nemám výhrady. Riešené formálne nedostatky sú zanedbateľné. Práca je napísaná veľmi prehľadne. Jej výsledky prešli kvalitným per-review procesom v časopisoch a zborníkoch a téma návrhu obvodov na nanometrovej úrovni je v dnešnej dobe veľkou výzvou. *Zaujímalo by ma však názor, ako vidíte zmysel v uplatnení nových materiálov v logických obvodoch napr. SiC, GaN, ktorých cieľovou skupinou sú hlavne vysokofrekvenčné a výkonové aplikácie.*

**Uchádzač je absolventom** Fakulty elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave v odbore Elektronika so zameraním na polovodičové CMOS prvky a obvody vo všetkých troch stupňoch štúdia. Už v rámci štúdia pracoval v Návrhovom centre ON Semiconductor v Bratislave. Po štúdiu pôsobil na FEIT STU na Ústave elektroniky a fotoniky na mieste výskumného pracovníka a posledné dva roky pôsobí na funkčnom mieste docenta. Za profesionálny prínos k jeho rastu a kariére považujem aj jeho spoluprácu s Berkely, USA.

**Vedecké schopnosti** preukázal publikovaním 74 príspevkov z kategórie A+, A, A-, B s najvyšším IF 3,84 (Sensors), z nich je 17 v najvyššej kategórii. Databáza Scopus uvádza 58 publikácií, kde je autor a spoluautor s h-indexom 5 a v databáze WoS má 54 príspevkov s h-indexom 6, čo je slušný ukazovateľ. Uchádzač sa zúčastňuje domácich aj zahraničných konferencií, kde dokladuje výstupy v podobe vedeckých prác v renomovaných zborníkoch. Celkovo databázy WoS a Scopus uvádzajú od 92 do 110 citácií. Takéto scientometrické údaje dokladujú, že pracuje vedecky a jeho práce majú veľmi dobrú vedeckú hodnotu. Vedecká činnosť uchádzača je podporená aj riešením 13 projektov ako člen riešiteľského kolektívu a jedenkrát ako zodpovedný riešiteľ v projekte VEGA z posledného roku. Tri projekty z toho sú zahraničné, jeden v schéme H2020. V ďalších sledovaných ukazovateľoch má pravidelnú účasť vo výboroch medzinárodných konferencií a sympózií (člen prog. výboru IEEE DDECS 2016-2024, Radioelektronika 2020). V jeho vedeckej a pedagogickej kariére napomáhajú aj také činnosti ako posudok na PhD prácu a ocenenia na konferenciách.

**Pedagogické schopnosti** preukázal v zabezpečovaní a budovaní množstva predmetov. Začínal pre 15 rokmi vedením cvičení, ale za posledných 10 rokov zabezpečuje okrem cvičení aj prednášky z predmetu Logické systémy. V posledných rokoch prednáša aj predmety Programovateľné IO, Rekonfigurovateľné elektronické systémy a Spoločné digitálne systémy. Je prvým autorom skript Logické systémy – zberka riešených príkladov (s podielom 5,16AH). Viedol 17 záverečných prác zväčša z oblasti návrhov integrovaných obvodov a CMOS nanotechnológií (9 Bc, 8 Ing). Tieto charakteristiky dokladujú, že vedecké skúsenosti nemalým dielom prenáša aj do výučby. Zároveň oceňujem, že jeho odborné vedomosti a schopnosti pokrývajú viacero odborných predmetov inžinierskeho štúdia, čo preukazuje mimoriadnu užitočnosť týchto vedomostí a skúseností aj v pedagogickom procese ako budúceho docenta. Predpokladám, že niektoré z uvádzaných predmetov sú výsledkom nového akreditačného procesu. *Tu by ma zaujímalo, že ktorým predmetom a akým spôsobom napomáhal v procese akreditácie, resp. ich súčasnej implementácii do výučbového procesu. Tiež v tejto súvislosti predpokladám, že niektoré z uvedených predmetov spoliehajú práve na jeho schopnosti a mal by ich v ďalšom procese prednášať. Ktoré to sú?*

Po preštudovaní predložených materiálov a verejne dostupných materiálov konštatujem, že *Ing. Lukáš Nagy, PhD.* je vedeckou osobnosťou s vedeckými skúsenosťami a s dobrou pedagogickou schopnosťou vzdelávať mladú generáciu v oblasti polovodičových logických prvkov a obvodov s dôrazom na návrhové schopnosti. Zároveň spĺňa všetky kritériá vyžadované pre úspešné habilitačné konanie aj po formálnej stránke v rámci všetkých hodnotených parametrov.

**Z týchto dôvodov odporúčam, aby bol Ing. Lukášovi Nagyovi, PhD. udelený titul docent v odbore *elektronika*.**

V Žiline, 3. február 2025

prof. Ing. Dušan Pudiš, PhD.