

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Problematika nanášených vodivých cest na substráty
<b>Jméno autora:</b>	Bc. Jakub Mareš
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra elektrotechnologie
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Jan Martínek
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Nitritty Labs s.r.o.

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i> Zadání je přiměřené v rámci rozsahu diplomové práce. Praktická část vyžaduje přípravu velkého počtu kombinací vzorků s důrazem na pečlivost a proto hodnotím zadání jako náročnější.	<b>náročnější</b>
--	-------------------

<b>Splnění zadání</b> <i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i> Diplomová práce zadání splňuje v plném rozsahu. Všechny stanovené cíle byly splněny a vyhodnoceny.	<b>splněno</b>
---	----------------

<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> Všechny zvolené přístupy k problematice nanášení vodivých cest jsou naprosto korektní v rámci laboratorních možností katedry.	<b>správný</b>
--	----------------

<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> V práci se nenacházejí chyby, které by poukazyvaly na sníženou nebo nedostatečnou odbornou úroveň. Vzhledem k pravděpodobně omezeným zkušenostem autora s publikováním ve vysokoškolském prostředí je míra odbornosti naprosto dostatečná.	<b>A - výborně</b>
---	--------------------

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> Práce neobsahuje žádné závažné nedostatky. Struktura a formát práce je přehledný, rozsah pak adekvátní. Po jazykové stránce je práce velice dobře čitelná a vše je srozumitelně vysvětleno.	<b>A - výborně</b>
---	--------------------

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b> <i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i> 59 citovaných zdrojů považuji za více než dostatečné množství. Zdroje byly použity smysluplně a správně tak vedly k objasnění problematiky a efektivnímu provedení praktické části.	<b>A - výborně</b>
--	--------------------

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Velmi pozitivně hodnotím autorovu trpělivost při přípravě a optimalizaci vzorků.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Diplomová práce velice dobře pojednává o tématu nanášení vodivých cest na substrát a zohledňuje klíčové faktory materiálu samotného substrátu, vodivého materiálu a elektrolytu.

Teoretická část je výstižná a stručná. Pro uvedení do tématiky je naprosto dostačující a uvedení jen omezeného počtu „vzorečků“ nějak nesnižuje technickou úroveň. Snad jen téma tlustých vrstev a související technologie by si zasloužilo malou zmínku, jelikož se jedná o blízký obor k tématu posuzované práce.

V praktické části autor prokázal vytrvalost a zručnost nutnou k přípravě vzorků a zároveň se musel vypořádat s problémem nesmáčivosti povrchu nanášeného materiálu bez povrchové úpravy (pokovení). Ocenil bych také odhodlání nanášet materiál na ohebné povrchy, kde lze očekávat velké komplikace a problémy s odolností vůči opakovaným ohybům. Pro vzorky z PVC fólie, u nichž bylo možné smysluplně měřit odpor v závislosti na poloměru ohybu, by bylo zajímavé prozkoumat změnu krajních hodnot odporů a případnou hysterezi, zejména při zmínce o využití v tenzometrii. U ohebných vzorků, na nichž vznikaly praskliny, by pak stálo za zvážení nalézt metodu elektrického měření, která by byla citlivá na praskliny (např. měření vysokofrekvenčním signálem).

Práce splňuje zadání v plném rozsahu, a navíc poskytuje podmínky pro další experimenty a výzkum. V neposlední řadě otevírá otázku, zda tisk vodivých cest „v kanceláři“ může představovat rychlejší a ekonomičtější volbu, než je výroba prototypové DPS u dodavatele.

Dotazy:

- 1) Je použití průměrné hodnoty odporu použitých SMD „nulových“ odporů dostatečné a nemůže dojít k signifikantním odchylkám vlivem variability hodnoty odporu mezi jednotlivými kusy?
- 2) Jaké jsou měřicí proudy přístroje MM2030 a dokážete, že měřicí proud a doba měření nevnese intrinsickou chybu do výsledků?
- 3) Můžete uvést jednoduchou kalkulaci: jaký je ekonomický rozdíl mezi prototypováním DPS technikou uvedenou v této práci včetně galvanického pokovení a výrobou u externího dodavatele?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 30.5.2022

Podpis:

