

Oponentský posudek doktorské disertační práce:

Téma: Multistatický systém na podporu klasického radaru

Autor: Ing. Michal Mandlík

Předložená disertační práce na téma „Multistatický systém na podporu klasického radaru“ se zabývá využitím pasivních sledovacích systémů v oblasti řízení letového provozu. S ohledem na narůstající význam těchto systémů ve světě, ve kterém ČR zaujímá díky více než 50. leté tradici praktického a úspěšného využívání pasivních systémů na principu TDOA přední místo, je uvedené téma aktuální. Problematika přesnosti určení polohy, která je dána především přesností měření časových intervalů je pro oblast řízení letového provozu zásadní.

Autor zvolil logický a správný postup od teoretického rozboru přes modelování a simulaci k návrhu a sestavení experimentálního pracoviště a ověření teoretických závěrů měření reálných signálů v podmínkách blízkých předpokládanému praktickému využití.

Autorem stanovený hlavní cíl práce, tj. návrh metody přesného měření rozdílů časů příchodu vhodný pro realizaci multilateračního systému, lze považovat za splněný, a to jak po teoretické, tak i experimentální stránce. Za hlavní přínos v teoretické oblasti lze označit část týkající se porovnání přesnosti určení polohy cíle aktivním radiolokátorem PAR a pasivním PAR využívajícím metodu TDOA. Hlavním přínosem v praktické oblasti je experimentální ověření dosažitelné chyby určení rozdílu času příchodu signálů na jednotlivá přijímací stanoviště jako základní parametr nezbytný pro výpočet chyby určení polohy cíle metodou TDOA.

Význam předložené disertační práce pro praxi lze vidět především v navržení způsobu určení rozdílů časů příchodu, který lze využít u krátkobázových TDOA systémů a ověření přesnosti určení těchto hodnot experimentem. Uvedené poznatky je možné využít jak v již probíhajícím výzkumném projektu MSS-PAR, tak i v jiných časoměrných pasivních systémech, příp. i v oblasti sekundární radiolokace.

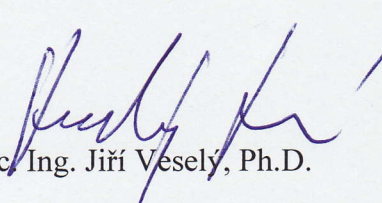
V přehledu autorovy publikační činnosti je uvedeno 10 příspěvků na různých konferencích z nichž více než polovina je zaměřena do oblasti související s problematikou řešenou v disertační práci, tedy měření časových intervalů a určování polohy zdrojů signálu.

Předložená doktorská disertační práce po obsahové, tak i formální stránce splňuje podmínky požadované pro tento typ práce a uvedenou **doktorskou práci na téma „Multistatický systém na podporu klasického radaru“ doporučuji k obhajobě:**

Při obhajobě DDP požaduji odpověď na následující otázky:

- Proč autor preferuje výpočet polohy cíle metodou iterační před metodou analytického výpočtu.
- Jakým způsobem je iterační metodou určena jednoznačnost měření polohy cíle a určení obou možných poloh cíle metodou TDOA, především u cílů s malou výškou nad rovinou letiště.
- Je možné vypočítat polohu cíle v prostoru metodou TDOA, jsou-li přijímače umístěné na přímce? – viz. obr. 63 na str. 76.
- Jaký je vliv signálu odraženého od země při malých elevacích (do 2^0) na přesnost určení TOA?

V Brně dne 16.2.2015


Doc. Ing. Jiří Veselý, Ph.D.

OPONENTSKÝ POSUDOK DIZERTAČNEJ PRÁCE

Multistatický systém na podporu klasického radaru

autor: Ing. Michal Mandlík

a) Aktuálnosť zvolenej témy

V predloženej dizertačnej práci sa autor zaoberá veľmi zaujímavou a vysoko aktuálnou problematikou pasívneho multistatického systému sledovania objektov s využitím časomerných metód. Autor sa v predloženej práci venuje analýze súčasného stavu radarových systémov pre monitorovanie letovej prevádzky so zameraním na vytvorenie pasívneho systému pre podporu približovacieho a pristávacieho radarového systému. Dizertačná práca a jej výsledky sú súčasťou výskumu realizovaného na Fakulte elektrotechniky a informatiky Pardubickej univerzity. Autor sa na 92 stranách textu venuje analýze, návrhu a overovaniu časomerného hyperbolického systému s krátkou bázou pre určovanie polohy objektov v priestore ako súčasť podpory aktívneho približovacieho radaru. Práca je dobre štruktúrovaná a je rozdelená celkom do 8 kapitol a svojim rozsahom zodpovedá danému druhu prác.

b) Zvolené metódy spracovania

V rámci riešenia dizertačnej práce boli zvolené metódy analýzy, modelovania a simulácii v prostredí Matlab a experimentálneho návrhu s následným overovaním navrhnutého systému v laboratórnych a reálnych podmienkach. Zvolené metódy vychádzali z požiadavky zistenia parametrov navrhnutého multilateračného systému a ich porovnania s parametrami presného pristávacieho radaru. Zvolené metódy sú vhodné pre riešenie danej problematiky. Pozitívne hodnotím realizáciu praktických meraní v reálnych podmienkach.

c) Splnenie cieľa dizertačnej práce

Na základe definovaných cieľov v práci môžem konštatovať, že autor si postavil za cieľ navrhnúť multilateračný systém, ktorého funkčnosť overil simuláciou a následne výsledky simulácie overil na experimentálnom vzorku. Získane výsledky simulácie a experimentálnych meraní porovnával s dosahovanými hodnotami reálne používaného systému, presného pristávacieho radaru. Z výsledkov simulácií a praktických meraní autor dospel k záveru, že navrhnutý systém je aplikovateľný pre určité typy letísk, ako podpora pristávacieho radaru (PAR). Konštatujem, že vytýčený cieľ sa autorovi dizertačnej práce podarilo naplniť.

d) Výsledky dizertačnej práce s uvedením aké nové poznatky prináša

Oponovaná dizertačná práca sa venuje analýze a návrhu časomerne hyperbolického systému s krátkou bázou pre určovanie polohy lietadla ako podpora presného pristávacieho radaru. V práci sa autor venuje návrhu modelu multilateračného systému s centrálnou distribúciou synchronizačného signálu k jednotlivým prijímačom. Jednotlivé časti systému boli simulované v prostredí Matlab, kde autor vykonal analýzu vplyvu skupinového oneskorenia na výsledný výpočet rozdielu časov príchodu signálov. Získane výsledky autor následne využil k návrhu reálneho multilateračného systému s centrálnou distribúciou synchronizačného signálu.

Na reálne navrhnutom systéme boli uskutočnené experimentálne merania, ktoré sú v tabuľkovej a grafickej forme uvedené v práci. Dosiagnutá presnosť navrhnutého systému v horizontálnej rovine je približne dva krát lepšia, ako presnosť PAR a vo vertikálnej rovine je presnosť porovnateľná s PAR. Získane výsledky preukázali, že navrhnutý multilateračný systém s krátkou bázou môže slúžiť ako podpora presného pristávacieho radaru.

e) Význam pre prax alebo vývoj vedy

Výsledky práce sú významne z hľadiska zabezpečenia letovej prevádzky a navrhnutý multilateračný systém je využiteľný v reálnych podmienkach pre určité typy letísk. Pre širšie implementáciu systému ako podpory pre presný pristávací radar je potrebné vykonať jeho optimalizáciu z hľadiska počtu prijímačov a ich dislokácie v priestore.

f) Rozsah a kvalita publikovaných prác vzťahujúcich sa k téme dizertácie

Doktorand vo svojej práci čerpal celkom z 35 literárnych prameňov, z ktorých iba 7 pochádzalo z obdobia nie staršieho ako 5 rokov a 17 nie staršieho ako 10 rokov. Ostatné pramene je možné zaradiť medzi trvalo platnú literatúru venovanú radarovej technike a spracovaniu signálov. Z celkového počtu uvedených prameňov bolo v práci reálne citovaných iba 30. Autor v práci použil neštandardný spôsob citácie pre technicky zameranú prácu. To sa prejavilo aj v chaotickom odkazovaní na jednotlivé pramene, napr. niektoré citované publikácie pod čiarou boli označované vždy pod iným číslom (viď. napr. s.33). Dokonca dva krát citovaná rovnaká práca pod čiarou bola označená rozdielnym číslom, ktoré samozrejme nesúhlasia s celkovým zoznamom. Mnohé pasáže a vzťahy, ktoré sú jednoznačne prevzaté sú v práci uvádzane bez citácie.

Z celkového počtu 10 publikovaných prác autora boli pri spracovaní dizertačnej práce použité iba 2. Práce dizertanta boli publikované na vedeckých konferenciách, vo vedeckých a odborných časopisoch a zborníkoch.

g) Splnenie podmienok tvorivej vedeckej práce pre udelenie titulu Ph.D a odporúčenie k obhajobe

Dizertant v predloženej práci preukázal schopnosť tvorivého vedeckého prístupu pri riešení zadaného problému, čo je dobrý predpoklad ďalšej vedeckej práce. Práca je

spracovaná na zodpovedajúcej vedeckej úrovni.

Po formálnej stránke je práca spracovaná na veľmi dobrej úrovni, v texte sa nachádza určitý počet chýb a nepresnosti, ktoré významne neznižujú jej hodnotenie ako celku. Na ilustráciu uvediem niektoré z chýb:

- s. 17 v Tab.1 Múd - čas medzi P1 a P3 je 5 μ s,
- s. 22 chyba referencia č. 9,
- s.40 u vzťahu (29) chyba rozsah indexovania k,
- s.41 u vzťahu (30) chyba rozsah indexovania n,
- s. 45⁴ zaujímavý pojem "suchá atmosféra",
- s. 46¹¹ " ... s jednou konverzií..." vhodnejšie je použiť termín s jedným zmiešavaním,
- s. 50 v menovateli vzťahu (37) neadekvátne veľkosť indexov sumy.

Na ďalšie formálne a vecné nedostatky upozorňujem autora vpísanými poznámkami do práce. Zároveň by som žiadal o objasnenie vysvetlenie nasledujúcich otázok:

1. Objasnite bližšie tvrdenie na s. 33¹⁰ "Vysílací výkon je závislý na maximálnej výške, ve ktorej môže letadlo operovať" a na s. 34 u parametra R_d vo vysvetlivkách "dráha vlny v dešti".
2. Objasnite bližšie použitú formuláciu vysvetliviek pod vzťahom (46) - "výkon šumu vo vzdialenosti f ", a "výkon nominálnej frekvencie oscilátoru".

Na základe predloženej dizertačnej práce a v súlade s príslušnou legislatívou navrhujem, aby po úspešnej obhajobe bol udelený pánovi Ing. Michalovi Mandlíkovi titul „Ph.D.“ v príslušnom študijnom programe študijného odboru.

V Uhorskej Vsi 18. 2. 2015


doc. Ing. Jozef TKÁČ, PhD.