

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

27 178

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G08G 5/04 (2006.01)
G08G 5/02 (2006.01)
G08G 5/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-29411**
(22) Přihlášeno: **01.04.2014**
(47) Zapsáno: **14.07.2014**

(73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze,
Fakulta elektrotechnická, Praha 6, CZ
F AIR, spol. s r.o., Bystřice u Benešova, CZ
TL elektronik a.s., Praha 5 - Smíchov, CZ

(72) Původce:
Ing. Milan Rollo, Ph.D., Český Brod, CZ
Ing. Tomáš Meiser, Praha 9, CZ
Ing. Martin Selecký, Hradec Králové, CZ
Ing. Michal Markovič, Bystřice u Benešova, CZ
Ing. Antonín Janečka, 04011 Košice, SK
Ing. Martin Balda, Hradec Králové, CZ
Ing. Petr Jeřábek, Týniště nad Orlicí, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Hana Dušková, Na Kočově 180, 281 03
Chotutice

(54) Název užitého vzoru:
**Telemetrický systém pro zvýšení
bezpečnosti provozu ultralehkých letounů**

CZ 27178 U1

Telemetrický systém pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů

Oblast techniky

5 Předkládané řešení se týká udržitelného rozvoje letecké dopravy ultralehkých letounů, zvýšení bezpečnosti a snížení nehodovosti leteckého provozu a zvýšení plynulosti letecké dopravy s využitím dopravní telematiky.

Dosavadní stav techniky

10 Pro potřeby trvale udržitelné letecké přepravy pomocí ultralehkých letounů, která v současnosti velice roste, je potřeba nových mechanismů pro zvýšení bezpečnosti a plynulosti takové přepravy. Se zvyšujícím se počtem oprávněných pilotů takovýchto letounů je také potřeba poskytnout pilotovi dostatečné informace pro efektivní a bezpečnou navigaci letounu v dynamickém prostředí za přítomnosti velkého množství dalších letounů vybavených telemetrickými systémy na různé úrovni.

15 Zvyšující se hustota výskytu ultralehkých letounů operujících v letovém prostoru vede k nutnosti vývoje nových technologií pro jejich řízení. Stávající přístup založený na využití pevně definovaných letových hladin a koridorů totiž neumožňuje optimální využívání celého letového prostoru. Tento problém je patrný zejména v blízkosti letišť a v letových prostorech bez řízení pozemním pracovištěm.

20 Letadla jsou v současné době řízena především na základě kombinace informací ze sekundárního radaru zobrazovaných na obrazovce dispečerům řízení letového provozu a z informací zobrazovaných na palubě letadel interpretujících vzdálenosti a směry k pozemním radiomajákům a odchylky od sestupové a směrové roviny v konečné fázi přiblížení. Zdroje těchto informací jsou zařízení technologicky poměrně zastaralá s výraznou měrou technologické chyby měření a pouze někdy jsou doplněna moderními prvky jako např. informacemi ze zásadně přesnějšího systému GPS.

25 Problematice vývoje a výzkumu v oblasti zvýšení bezpečnosti osobní letecké dopravy se v současné době věnuje velké množství výzkumných institucí i průmyslových společností. Oblasti zájmu se dají shrnout do následujících bodů:

- (i) vývoj hardwarových prostředků
 - vylepšení existujících telemetrických systému, přístrojové vybavení, komunikační zařízení
- 30 (ii) rozhraní pro interakci pilota a letadla
 - zobrazení aktuálních informací o letu pilotovi, prezentace senzorových dat
- (iii) autopilot a řízení letu
 - problematika stabilizace letadla, jeho autonomní navigace.

35 V oblasti autonomního plánování letových trajektorií a problematice tvorby bezkolizních letových plánů bylo dosaženo významných výsledků na teoretické úrovni, nicméně pouze omezené množství řešení bylo prakticky ověřeno a nasazeno na reálné letouny.

40 Z hlediska palubního vybavení a stávajícího řešení na palubách letounu lze konstatovat, že v současné době neexistuje řešení agentních technologií ve smyslu plánování letových trajektorií. To lze konstatovat jak u malých letounů, tak i u velkých dopravních letadel. Velká dopravní letadla jsou vybavena systémy včasného varování před srážkou, ne však multiagentními systémy, které jsou schopny navrhnout řešení z hlediska možných kolizí tak, jak jsou obsaženy v předkládaném řešení. U malých letounů je úplná absence takovýchto systému a pilot je odkázán pouze na své zkušenosti, dohlednost a výhled z pilotní kabiny.

Podstata technického řešení

Výše uvedené nedostatky odstraňuje telemetrický systém pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů podle předkládaného řešení. Tento systém obsahuje zařízení EFIS vybavené protokolem zprostředkování dat, interní sensorovou jednotkou a vizualizačním systémem. Zařízení EFIS je jednosměrnými komunikačními linkami propojeno s externími senzory, a to s přijímačem ADS-B, CAS systémem předcházení kolizím, navigačním systémem GPS a kompasem. Zařízení dále obsahuje externí výpočetní jednotku. Podstatou uváděného řešení je nová externí výpočetní jednotka a její propojení s ostatními částmi systému. Externí výpočetní jednotka je tvořená časoprostorovým plánovačem trajektorií, na jehož první vstup je připojen výstup bloku statické terénní mapy, na jeho druhý vstup je připojen výstup bloku statických mapových podkladů a na třetí vstup je připojen výstup dekodéru aktuálního cíle navigace. Vstup dekodéru aktuálního cíle navigace je propojen s prvním výstupem navigačního systému GPS, který má druhý výstup propojený s prvním vstupem interpretru aktuálního stavu letounu v prostoru. Druhý vstup interpretru aktuálního stavu letounu v prostoru je spojen s výstupem interní sensorické jednotky. První výstup interpretru aktuálního stavu letounu v prostoru je propojen se čtvrtým vstupem časoprostorového plánovače trajektorií a jeho druhý výstup je propojen s prvním vstupem dekodéru absolutní polohy. Druhý vstup dekodéru absolutní polohy je propojen s výstupem CAS systému předcházení kolizím a jeho výstup je spojen s prvním vstupem prediktoru letové trajektorie. Na druhý vstup prediktoru letové trajektorie je připojen výstup přijímače ADS-B a výstup prediktoru letové trajektorie je propojen s prvním vstupem detektoru kolizí letových trajektorií. Druhý vstup detektoru kolizí letových trajektorií je propojený s výstupem časoprostorového plánovače trajektorií a jeho první výstup je propojený s pátým vstupem časoprostorového plánovače trajektorií a druhý výstup s prvním vstupem plánovače úhybných manévrů. Plánovač úhybných manévrů má výstup připojen na vstup evaluátoru úhybných trajektorií. První výstup evaluátoru úhybných trajektorií je spojen s druhým vstupem plánovače úhybných manévrů a druhý jeho výstup je přes aplikátor úhybných trajektorií propojen se vstupem vizualizačního subsystému. Za účelem propojení s analogickou druhou externí výpočetní jednotkou kooperujícího letounu přes první a druhé bezdrátové komunikační zařízení je aplikátor úhybných trajektorií opatřen výstupem pro propojení s druhým aplikátorem úhybných trajektorií, časoprostorový plánovač trajektorií je vybaven výstupem pro propojení s druhým detektorem kolizí letových trajektorií a detektor kolizí letových trajektorií je vybaven vstupem pro propojení s druhým časoprostorovým plánovačem trajektorií.

Předkládané řešení spočívá tedy v propojení palubního přístrojového vybavení do homogenního celku, který svým výstupem zajistí zvýšení informovanosti pilota během letu ultralehkého letounu.

Základem telemetrického systému je multifunkční palubní zařízení EFIS (Elektronický letový informační systém), které na display v pilotní kabině zobrazuje letové informace. Toto zařízení integruje veškeré primární letové přístroje v podobě digitálně zobrazovaných dat. K tomuto účelu je ve standardním provedení vybaveno všemi potřebnými senzory. Na rozdíl od takto vybaveného letounu, které je v oblasti ultralehkých letounů stále častější, je pilot nucen v klasicky vybaveném letounu sledovat velké množství analogových přístrojů. I v případě, že je letoun vybaven pokročilým zařízením EFIS, stále je zobrazovaná informace pouze náhradou klasických analogových leteckých přístrojů pro sledování letových údajů, přestože forma prezentace těchto informací je efektivnější a srozumitelnější.

Na rozdíl od standardního systému, přináší předkládané řešení pilotovi nové informace na základě dostupných dat, které jsou navíc zobrazeny ve vysoce srozumitelné a intuitivní formě.

Předkládané řešení dále spočívá ve využití informace ze senzorů, které monitorují dynamický stav okolního vzdušného prostoru. Jedná se o zařízení, které se standardně pro tento účel používají pod souhrnným označením CAS (Collision Avoidance System). Tyto systémy pracují především na principu přijímání vysílání odpovídáčů okolních letounů. Tento systém je standardně používán pro sledování letadel ve vzdušném prostoru pozemním řídicím pracovištěm sekundár-

ních radarů. Zařízení CAS se v základní konfiguraci snaží určit polohu zdroje signálu pomocí fyzikálního měření vlastností signálu citlivou směrovou anténou. Výsledkem tohoto měření je pak odhad směru a vzdálenosti ke zdroji vysílání. Další informace pak může systém CAS získat dekodováním obsahu tohoto signálu. Především se jedná o určení horizontální polohy letadla udávané v letových hladinách. Pokročilejší verze odpovídačů, jako je například systém ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast), přidávají do vysílaného signálu další informace, z nichž nejvýznamnější je poloha GPS. Na rozdíl od aktuálního stavu zařízení CAS, která umožňují zobrazení těchto údajů buďto v základní syrové podobě, případně ve spojení s mapovým zařízením v grafické podobě, předkládaný systém z těchto údajů vytváří model pohybu druhého letounu, na jehož základě je schopen sdělit pilotovi podrobnější informaci o predikovaném pohybu druhého letounu v budoucnosti. Dále na rozdíl od systémů CAS, které pouze zjišťují informace o okolním letovém prostoru, přináší předkládaný systém do tohoto odvětví techniky přístup, který pro identifikaci možné kolize využívá navíc také informace o plánované trajektorii letu. Na rozdíl od ostatních systémů pro předcházení kolizím ve vzdušném prostoru je předkládaný systém schopen určit pravděpodobnou kolizi na letové trajektorii a následně předložit pilotovi možnost řešení této situace v podobě trajektorie nové. Současné systémy pro plánování letu nevyužívají pro plánování letové trajektorie informace o dynamickém stavu vzdušného prostoru, ale respektují pouze statické charakteristiky prostoru, především vyhlášené bezletové zóny a výškové mapy terénu.

Charakteristickým rysem předkládaného systému je konečně jeho schopnost kooperace a výměny dat s okolními letouny, vybavenými stejným systémem. Pro účely komunikace předkládaný systém používá známou technologii bezdrátových pojítek, které využívají pro organizaci komunikačního kanálu paradigma MANETs, tedy Mobilní samo organizující se sítě. Tento princip fungování sítě zaručuje systému robustní komunikační kanál bez nutnosti využívání pozemních či jiných centralizovaných systémů organizace sítě.

Kromě známého systému všesměrového vysílání identifikátoru, polohy a dalších letových údajů, který využívá například výše zmíněný systém ADS-B, je předkládaný systém také schopen komunikovat s konkrétním letounem v dosahu bezdrátových pojítek. Systém informuje okolní letouny o své aktuální plánované letové trajektorii a na základě přijatých plánů okolních letounů je následně schopen odhalit časoprostorovou kolizi letových plánů a následně ji řešit. Systém pro řešení kolizí letových plánů využívající metod multiagentního vyjednávání je v této podobě unikátní. Na základě systému kooperativního vyhýbání je systém schopen bez účasti pilota vyjednat se vzdáleným letounem řešení možné kolize a následně oběma pilotům předložit nalezené řešení ve formě doporučené trajektorie.

Výhodou předkládaného systému je schopnost efektivně zpracovat data z palubních přístrojů, které jsou již běžně dostupné a využívané jako doplňkové, a jejich vhodnou kombinací získat informace, které tyto přístroje samy o sobě poskytnout neumí. Tyto informace je systém schopen efektivně a přehledně předložit pilotovi, který se na základě nich může efektivně rozhodnout o bezpečném průletu letového prostoru. Díky možnosti kooperovat je systém schopný vyjednávat s ostatními letouny optimální řešení kolize zcela bez účasti pilota, který je informován pouze o výsledném doporučení. Systém je pouze asistivní technologií pro piloty ultralehkých letounů a neklade si za cíl autonomně zasahovat do letu.

Objasnění výkresů

Telemetrický systém pro zvýšení bezpečnosti provozu malých civilních letounů podle předkládaného řešení bude dále popsán pomocí přiložených výkresů. Na Obr. 1 je schematicky objasněno zapojení jednotlivých komponent a směr, kterým probíhá komunikace. Na Obr. 2 je uvedeno celkové blokové schéma systému s rozkreslenou externí výpočetní jednotkou a s naznačením propojení s analogickým zařízením v jiném letounu. Obr. 3 vysvětluje fungování telemetrického systému pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů. Na Obr. 4 je znázorněna situace

při nekooperativním vyhýbání ultralehkých letounů. Pro vysvětlení kooperativního vyhýbání ultralehkých letounů slouží Obr. 5.

Příklady uskutečnění technického řešení

5 Blokové schéma telemetrického systému pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů na Obr. 1 ukazuje, z jakých bloků se systém skládá. Zařízení EFIS 1, které je vybavené protokolem 1.1 zprostředkování dat, interní sensorovou jednotkou 1.2 a vizualizačním systémem 1.3, je propojeno obousměrnou komunikační linkou s externí výpočetní jednotkou 2. Externí výpočetní jednotka 2 je propojena obousměrnou komunikační linkou s bezdrátovým komunikačním zařízením 7. Zařízení EFIS 1, je dále propojeno jednosměrnými komunikačními linkami s externími
10 senzory, a to konkrétně s přijímačem ADS-B 3, s CAS systémem 4 předcházení kolizím, s navigačním systémem GPS 5 a externím kompasem 6. Jednosměrná komunikační linka umožňuje sběr dat z těchto externích sensorů 3, 4, 5 a 6 do zařízení EFIS 1, kde jsou shromažďována, vizualizována vizualizačním systémem 1.3 a poskytována ke zpracování do jednotky 2 protokolem 1.1. Zařízení EFIS 1 patří k obvyklému vybavení ultralehkých letounů, stejně jako ostatní externí
15 senzory 3, 4, 5 a 6. Nové je v tomto případě propojení těchto zařízení dohromady, tak jak je popsáno dále, a zpracování těchto dat s pomocí externí výpočetní jednotky 2.

Externí výpočetní jednotka 2, Obr. 2, je tvořená časoprostorovým plánovačem 2.5 trajektorií, na jehož první vstup je připojen výstup bloku 2.3 statické terénní mapy, na jeho druhý vstup je připojen výstup bloku 2.4 statických mapových podkladů a na třetí vstup je připojen výstup dekodéru 2.2 aktuálního cíle navigace. Vstup dekodéru 2.2 aktuálního cíle navigace je propojen s prvním výstupem navigačního systému GPS 5. Druhý výstup navigačního systému GPS 5 je propojen s prvním vstupem interpretru 2.1 aktuálního stavu letounu v prostoru, jehož druhý vstup je spojen s výstupem interní sensorické jednotky 1.2. První výstup interpretru 2.1 aktuálního stavu letounu v prostoru je propojen se čtvrtým vstupem časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií a
20 druhý jeho výstup je propojen s prvním vstupem dekodéru 2.6 absolutní polohy. Druhý vstup dekodéru 2.6 absolutní polohy je propojen s výstupem CAS systému 4 předcházení kolizím a výstup je spojen s prvním vstupem prediktoru 2.7 letové trajektorie. Druhý vstup prediktoru 2.7 letové trajektorie je připojen výstup přijímače ADS-B 3 a výstup prediktoru 2.7 letové trajektorie je propojen s prvním vstupem detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií. Druhý vstup detektoru 2.8
30 kolizí letových trajektorií je propojen s výstupem časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií. První výstup detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií je propojen s pátým vstupem časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií a druhý výstup detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií je vstupem plánovače 2.9 úhybných manévrů, který má výstup připojen na vstup evaluátoru 2.10 úhybných trajektorií. První výstup evaluátoru 2.10 úhybných trajektorií je spojen s druhým vstupem plánovače 2.9 úhybných manévrů a druhý jeho výstup je přes aplikátor 2.11 úhybných trajektorií propojen se vstupem vizualizačního subsystému 1.3. Propojení s druhou externí výpočetní jednotkou 9 jiného letounu je zabezpečeno přes první bezdrátové komunikační zařízení 7 a druhé bezdrátové komunikační zařízení 10. Aby k propojení mohlo dojít, je aplikátor 2.11 úhybných trajektorií opatřen výstupem pro propojení s druhým aplikátorem 9.11 úhybných trajektorií, časoprostorový plánovač 2.5 trajektorií je vybaven výstupem pro propojení s druhým detektorem 9.8
40 kolizí letových trajektorií a detektor 2.8 kolizí letových trajektorií je vybaven vstupem pro propojení s druhým časoprostorovým plánovačem 9.5 trajektorií.

Základní popis fungování telemetrického systému pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů bude vysvětlen pomocí Obr. 3. Navigační systém GPS 5 předává informace o aktuální poloze prostřednictvím protokolu 1.1 zprostředkování dat do interpretru 2.1 aktuálního stavu letounu. Interpreter 2.1 aktuálního stavu letounu na základě těchto dat a informací z interní sensorické jednotky 1.2 určí aktuální statický i dynamický stav letounu v prostoru, který je předán jako výchozí bod plánování do časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií. Cíl plánování je do časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií předán z navigačního systému GPS 5 pomocí protokolu 1.1 zprostředkování dat a dekodéru 2.2 aktuálního cíle navigace. Časoprostorový plánovač 2.5 trajektorií provede výpočet trajektorie z výchozího bodu do cíle plánování pomocí informací

získaných z bloku 2.3 statické terénní mapy, a z bloku 2.4, statických mapových podkladů, které specifikují terénní omezení a bezletové zóny pro časoprostorový plánovač 2.5 trajektorií. Nalezená základní trajektorie je odeslána do vizualizačního systému 1.3, kde je zobrazena pilotovi.

5 Nekooperativní vyhýbání ultralehkých letounů je ukázáno na Obr. 4. Základem nekooperativního vyhýbání jsou přijímač ADS-B 3 a CAS systém 4 předcházení kolizím. Přijímač ADS-B 3 je propojen pomocí protokolu 1.1 zprostředkování dat s prediktorem 2.7 letové trajektorie. Prediktor 2.7 letové trajektorie na základě záznamů o polohách okolních letounů získaných z přijímače ADS-B 3 predikuje pravděpodobnou budoucí trajektorii okolních letounů, kterou předává do detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií. Podobně informace o relativní poloze okolních letounů
10 získaná z CAS systému 4 předcházení kolizí jsou předána do dekodéru 2.6 absolutní polohy, který vypočítá absolutní polohu okolního letounu na základě vlastní aktuální polohy z interpretru 2.1 aktuálního stavu letounu. Absolutní poloha okolních letounů z dekodéru 2.6 absolutní polohy je předána opět prediktoru 2.7 letové trajektorie a následně detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií. Detektor 2.8 kolizí letových trajektorií vypočte na základě vlastní aktuální plánované trajektorie z časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií a predikované trajektorie okolních letounů z prediktoru 2.7 letové trajektorie možný bod kolize letounů. Kolizní bod trajektorií získaný z detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií je předán časoprostorovému plánovači 2.5 trajektorií jako omezení plánování. Na základě všech získaných omezení naplánuje časoprostorový plánovač 2.5 trajektorií novou bezkolizní trajektorii, kterou následně předá do vizualizačního systému 1.3, kde je prezentována pilotovi.
20

Kooperativní vyhýbání ultralehkých letounů je ukázáno na Obr. 5, kde je zobrazena pro jednoduchost pouze jedna dvojice kooperujících letounů, přičemž první kooperující letoun obsahuje na palubě první zařízení EFIS 1, první externí výpočetní jednotku 2 a první bezdrátové komunikační zařízení 7. Druhý kooperující letoun je vybaven druhým zařízením EFIS 8, propojeným
25 stejným způsobem obousměrnou komunikační linkou s druhou externí výpočetní jednotkou 9, která je pak stejným způsobem propojena obousměrnou komunikační linkou s druhým bezdrátovým komunikačním zařízením 10. První bezdrátové komunikační zařízení 7 je prostřednictvím bezdrátového média obousměrně propojeno s druhým bezdrátovým komunikačním zařízením 10. Letová trajektorie získaná z časoprostorového plánovače 2.5 trajektorií je předána přes první bezdrátové komunikační zařízení 7 a přes druhé bezdrátové komunikační zařízení 10 pomocí bezdrátového média do druhého detektoru 9.8 kolizí letových trajektorií kooperujícího letounu. Druhý detektor 9.8 kolizí letových trajektorií zároveň přijme vlastní plánovanou trajektorii z vlastního druhého časoprostorového plánovače 9.5 trajektorií. Na základě těchto informací druhý detektor 9.8 kolizí letových trajektorií zjistí případnou kolizi letových trajektorií dvojice letounů
30 a informaci předá do druhého plánovače 9.9 úhybných manévrů. Symetrickým způsobem předá druhý časoprostorový plánovač 9.5 trajektorií přes druhé bezdrátové komunikační zařízení 10 a přes první bezdrátové komunikační zařízení 7 druhou plánovanou trajektorii do prvního detektoru 2.8 kolizí letových trajektorií, který následně předá informaci o zjištěné kolizi prvnímu plánovači 2.9 úhybných manévrů. Naplánovaná úhybná trajektorie z prvního plánovače 2.9 úhybných manévrů je předána do evaluátoru 2.10 úhybných trajektorií, který ověří kvalitu a aplikovatelnost úhybné trajektorie. Pokud je úhybná trajektorie nevyhovující, je tato informace předána plánovači 2.9 úhybných manévrů, který provede nové plánování složitější úhybné trajektorie. Tento proces probíhá do nalezení aplikovatelné úhybné trajektorie, která je evaluátorem 2.10 úhybných trajektorií předána do aplikátoru 2.11 úhybných trajektorií. Popsaný proces probíhá shodně pro
40 druhý plánovač 9.9 úhybných manévrů, druhý evaluátor 9.10 úhybných trajektorií a druhý aplikátor 9.11 úhybných trajektorií. Asymetrickou částí procesu je předání zvolené úhybné trajektorie prvním aplikátorem 2.11 úhybných trajektorií do druhého aplikátoru 9.11 úhybných trajektorií, pomocí prvního bezdrátového komunikačního zařízení 7 a druhého bezdrátového komunikačního zařízení 10, přes bezdrátové médium. Druhý aplikátor 9.11 úhybných trajektorií je pak nucen na základě přijaté úhybné trajektorie prvního letounu aplikovat odpovídající úhybnou trajektorii pro druhý letoun, a to jejím odesláním do druhého vizualizačního subsystému 8.3, který prezentuje úhybnou trajektorii pilotovi druhého letounu. Stejným způsobem je zvolená úhybná
50

trajektorie odeslána aplikátorem 2.11 úhybných trajektorií prvního letounu do prvního vizualizačního systému 1.3, kde je prezentována pilotovi prvního letounu.

Průmyslová využitelnost

5 Telemetrický systém pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů je využitelný pro širokou škálu použití v oblasti bezpečnosti a lepší využitelnosti letového prostoru. Paradigma řešení lze aplikovat v několika různých realizacích systému. Původní realizace systému spočívá v modulárním uspořádání jednotlivých zařízení a samostatnou výpočetní jednotkou. Další možnou realizací je implementace celého řešení jako součást zástavby letounu, přičemž centrální výpočetní jednotkou je přímo zařízení EFIS. Konečně je možné celé řešení realizovat také jako součást standardních navigačních systémů GPS, používaných jako nejobvyklejší asistivní technologií pro ultralehké letouny, rozšířená o sensorickou část systému.

Modularita celého systému také umožňuje jeho praktickou implementaci v omezené míře, která vyplývá ze skupiny zvolených sensorických a komunikačních prostředků pro implementaci použitých.

15 Široká využitelnost spočívá v rozšíření asistivních schopností palubních zařízení ultralehkých letounů, jejichž provozování se stává stále rozšířenější. Vyšší míra autonomie navigace letounu ve spojení s řešením kolizí umožňuje snižovat nároky na pilota a jeho schopnosti. Ve chvíli, kdy bude připravena potřebná legislativa lze tento systém doplnit o modul autopilota a posunout tak asistivní charakter systému směrem k autonomním letovým schopnostem.

20

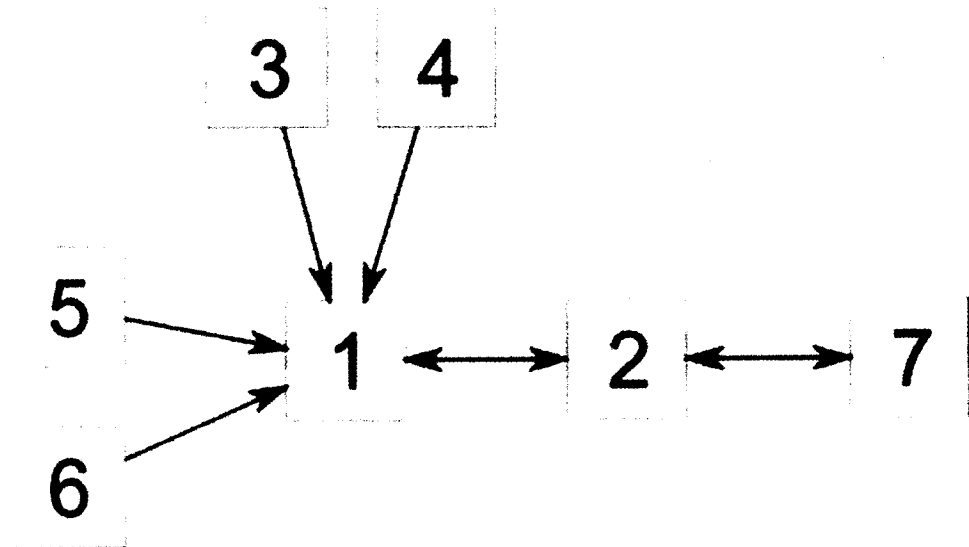
N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Telemetrický systém pro zvýšení bezpečnosti provozu ultralehkých letounů obsahující zařízení EFIS (1) vybavené protokolem (1.1) zprostředkování dat, interní sensorovou jednotkou (1.2) a vizualizačním systémem (1.3), kde zařízení EFIS (1) je jednosměrnými komunikačními linkami propojeno s externími senzory, a to s přijímačem ADS-B (3), CAS systémem (4) předcházení kolizím, navigačním systémem GPS (5) a kompasem (6) a dále obsahující externí výpočetní jednotku (2), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že externí výpočetní jednotka (2) je tvořená časoprostorovým plánovačem (2.5) trajektorií, na jehož první vstup je připojen výstup bloku (2.3) statické terénní mapy, na jeho druhý vstup je připojen výstup bloku (2.4) statických mapových podkladů a na třetí vstup je připojen výstup dekodéru (2.2) aktuálního cíle navigace, jehož vstup je propojen s prvním výstupem navigačního systému GPS (5), který má druhý výstup propojený s prvním vstupem interpretru (2.1) aktuálního stavu letounu v prostoru majícím druhý vstup spojen s výstupem interní sensorické jednotky (1.2) a jehož první výstup je propojen se čtvrtým vstupem časoprostorového plánovače (2.5) trajektorií a druhý výstup je propojen s prvním vstupem dekodéru (2.6) absolutní polohy majícím druhý vstup propojen s výstupem CAS systému (4) předcházení kolizím a výstup s prvním vstupem prediktoru (2.7) letové trajektorie, na jehož druhý vstup je připojen výstup přijímače ADS-B (3) a jehož výstup je propojen s prvním vstupem detektoru (2.8) kolizí letových trajektorií majícím druhý vstup propojený s výstupem časoprostorového plánovače (2.5) trajektorií, a dále majícím první výstup propojený s pátým vstupem časoprostorového plánovače (2.5) trajektorií a druhý výstup s prvním vstupem plánovače (2.9) úhybných manévrů, který má výstup připojen na vstup evaluátoru (2.10) úhybných trajektorií, kde první výstup evaluátoru (2.10) úhybných trajektorií je spojen s druhým vstupem plánovače (2.9) úhybných manévrů a druhý jeho výstup je přes aplikátor (2.11) úhybných trajektorií propojen se vstupem vizualizačního systému (1.3), přičemž pro propojení s druhou externí výpočetní jednotkou (9) kooperujícího letounu přes první bezdrátové komunikační zařízení (7) a druhé bezdrátové komunikační zařízení (10) je aplikátor (2.11) úhybných trajektorií opatřen výstupem pro propojení s druhým aplikátorem (9.11) úhybných trajektorií, časoprostorový plánovač (2.5)

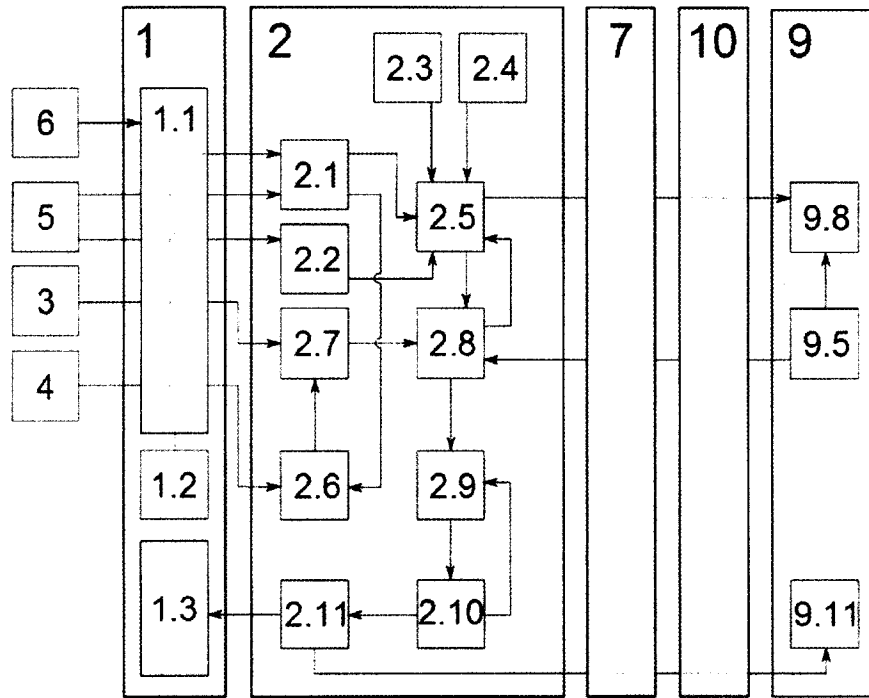
trajektorií je vybaven výstupem pro propojení s druhým detektorem (9.8) kolizí letových trajektorií a detektor (2.8) kolizí letových trajektorií je vybaven vstupem pro propojení s druhým časoprostorovým plánovačem (9.5) trajektorií.

5

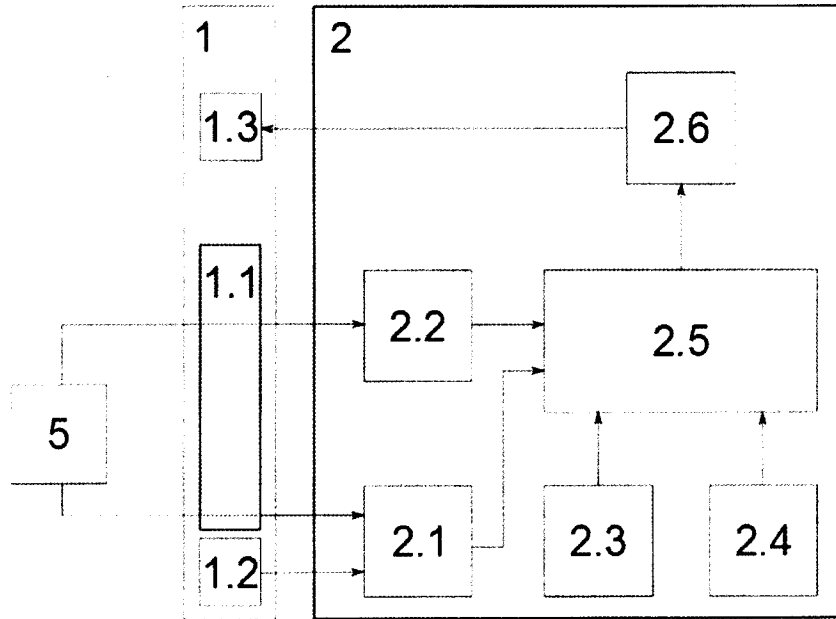
4 výkresy



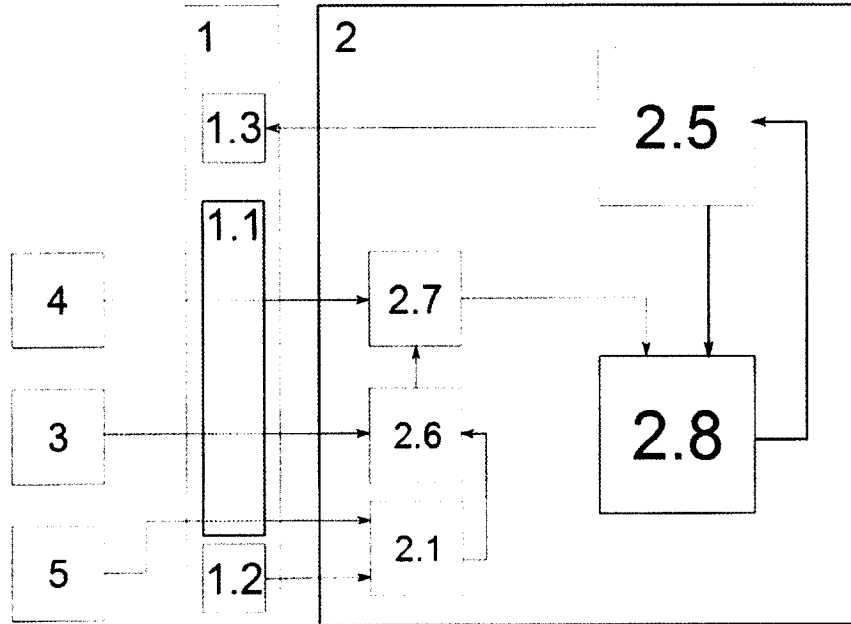
Obr. 1



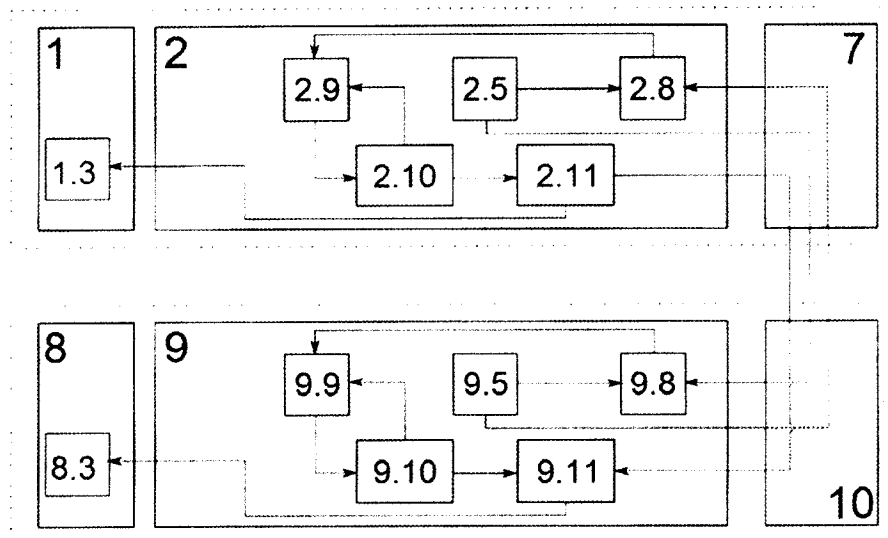
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5

Konec dokumentu