

برنام آن که جان را فکرت آموخت

اویونیک

هواپیما

تالیف

امین رادمنش

(خلبان)

حمید رادمنش

(عضو هیئت علمی دانشگاه)



سرشناسه	رادمنش، امین، ۱۳۶۲ -
عنوان و نام پدیدآور	اویونیک هواپیما/ مولفان امین رادمنش، حمید رادمنش.
مشخصات نشر	تهران: فدک ایستاتیس، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری	۴۲۰ ص. : مصور، نمودار
شابک	۲۵۰۰۰۰ ریال : ۸-۲۵۲-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیبا
موضوع	الکترونیک هواپیمایی
موضوع	Avionics
موضوع	هواپیماها -- تجهیزات الکترونیکی
موضوع	Airplanes -- Electronic equipment
شناسه افزوده	رادمنش، حمید، ۱۳۶۰ -
رده بندی کنگره	۱۳۹۵ الف۸/۲ TL۶۹۵
رده بندی دیویی	۶۲۹/۱۳۵
شماره کتابشناسی ملی	۴۴۰۶۲۷۶



اویونیک هواپیما

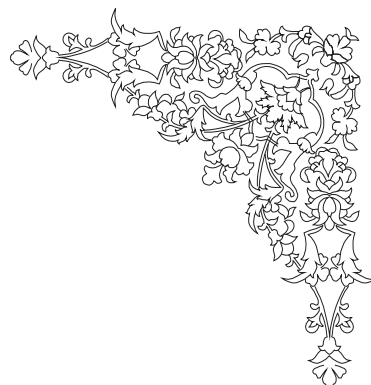
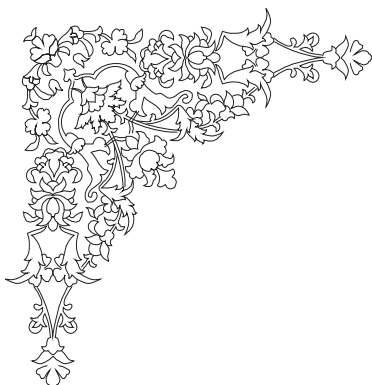
تالیف	امین رادمنش، حمید رادمنش
صفحه آرای	واحد تولید انتشارات فدک ایستاتیس (طاهره حقایق)
نوبت چاپ	اول - ۱۳۹۵
تیراژ	۵۰۰
قیمت	۲۵۰۰۰۰ ریال
شابک	۸-۲۵۲-۱۶۰-۶۰۰-۹۷۸

دفتر انتشارات: تهران - خیابان انقلاب - خیابان اردیبهشت - بین‌لبافی نژاد و جمهوری - ساختمان ۱۰
 تلفن: ۶۶۴۸۱۰۹۶ - ۶۶۴۸۲۲۲۱
 فروشگاه یزد: میدان آزادی (باغ ملی) - ابتدای خیابان فرخی - جنب مجتمع ستاره
 تلفن: ۳۶۲۲۷۴۷۵ - ۳۶۲۲۶۷۷۱ - ۳۶۲۲۶۷۷۲ - ۰۳۵

ایمیل و وبسایت: www.fadakbook.ir - fadakbook@yahoo.com

کلیه حقوق و حق چاپ متن و عنوان کتاب که به ثبت رسیده است؛ مطابق با قانون حقوق مولفان و مصنفان مصوب ۱۳۴۸ محفوظ و متعلق به انتشارات فدک ایستاتیس می‌باشد. هرگونه برداشت، تکثیر، کپی برداری به هر شکل (چاپ، فتوکپی، انتشار الکترونیکی) بدون اجازه کتبی از انتشارات فدک ایستاتیس ممنوع بوده و متخلفین تحت پیگرد قانونی قرار خواهند گرفت.

معاونت حقوقی
 انتشارات فدک ایستاتیس

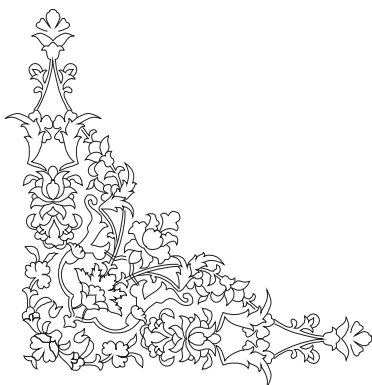


تقدیم به

اله عشق و زیبایی "پدر و مادر":

که فروغ هستی شان گرمی بخش زندگیمان است. آمان که بزرگان کردند و بزرگیمان بخشیدند. به
آمان که همواره عشق در عمق پشمان همیشه خیشان موج می زند و با محبت ایشان، رسم عشق
ورزیدن را به ما آموختند و همچون شمعی سوختند تا روشنی بخشمان باشد. دوستان داریم و خوانمان

سلامتشان هستیم.



فهرست مطالب

فصل ۱ ساختار کاکپیت ۱

پنل اصلی آلات دقیق ۱۱	۱.۱
پنل جانبی خلبان و کمک خلبان ۱۳	۲.۱
پنل وسط کابین (Center Pedestal) ۱۴	۳.۱
محفظه سامانه‌های اویونیک	۶.۱
پنل بالای سر خلبان (Over Head Panel) ۱۶	۴.۱
پنل Glareshied ۱۶	۵.۱
محفظه سامانه‌های اویونیک ۱۸	۶.۱

فصل ۲ نشان‌دهنده‌ها ۲۱

قطب نمای مغناطیسی (Magnetic Compass) ۲۳	۱.۲
نشان‌دهنده وضعیت هواپیما (Attitude Indicator) ۲۴	۲.۲
نشان‌دهنده سرعت هوایی (Air Speed Indicator) ۲۴	۳.۲
نشان‌دهنده ارتفاع هواپیما (Altimeter) ۲۷	۴.۲
نشان‌دهنده سرعت عمودی (Vertical speed Indicator) ۲۸	۵.۲
نشان‌دهنده گردش یکنواخت (Turn Coordinator) ۳۰	۶.۲
نشان‌دهنده موقعیت افقی HSI ۳۰	۷.۲
نشان‌دهنده شاخص رادیو مغناطیسی ۳۰	۸.۲
نشان‌دهنده‌های متفرقه ۳۲	۹.۲
سیستم‌های نمایش در هواپیمای پیشرفته ۳۵	۱۰.۲
آلات دقیق پروازی الکترونیکی (EFIS) ۳۷	۱۱.۲
نمایشگر سر بالا ۴۰	۱۲.۲

سیستم مرکزی مانیتورینگ هواپیما ۴۰	۱۳.۲
سیستم نظارت ویدئویی ۴۲	۱۴.۲

فصل ۳ سیستم‌های مخابراتی ۴۵

زیر سیستم‌های مخابرات هواپیما ۴۸	۱.۳
سیستم مخابرات داخلی هواپیما (مخابرات با سیم) ۵۰	۲.۳
سیستم ارتباط کابین ۵۳	۳.۳
سیستم اطلاعاتی مخابرات داخلی کابین ۵۴	۴.۳
صدور فرمان تخلیه مسافران ۵۷	۵.۳
سیستم امکانات رفاهی مسافر ۶۰	۶.۳
سیستم مخابرات خارجی هواپیما (بدون سیم) ۶۰	۷.۳
سیستم فرکانسی HF ۶۱	۸.۳
مخابرات رادیویی VHF ۶۴	۹.۳
سامانه مخابراتی SELCAL ۶۹	۱۰.۳
تماس صورت گرفته با SELCAL ۷۲	۱۱.۳
کدگذاری و کدگشایی در SELCAL ۷۳	۱۲.۳
سیستم مخابراتی ACARS ۷۵	۱۳.۳
رابط‌های مخابرات رادیویی ۷۷	۱۴.۳
پنل کنترل رادیو (RMP) ۷۷	۱.۱۴.۳
سامانه‌ی مدیریت صوت ۷۸	۲.۱۴.۳
AMU ۷۹	۳.۱۴.۳
ACP ۸۱	۴.۱۴.۳
سیستم مخابرات ماهواره‌ای ۸۲	۱۵.۳
اثرات صاعقه و تخلیه استاتیک ۱۰۱	۱۶.۳
زیر سیستم‌های مخابرات هواپیما ۱۰۵	۱۷.۳
سیستم‌های مورد نیاز در هواپیماها برای CNS/ATM ۱۱۱	۱۸.۳

فصل ۴ سرگرمی و راحتی مسافران در پرواز ۱۱۳

سیستم سرگرمی حین پرواز (IFES) ۱۱۵	۱.۴
سیستم مراقبت از درب کاکپیت (CDSS) ۱۱۸	۲.۴
نظارت ویدئویی کابین (CVMS) ۱۲۱	۳.۴

سیستم داده‌ی ارتباطات کابین (CIDS) ۱۲۴	۴.۴
کامپیوترهای هدایتگر ۱۲۷	۵.۴
سیستم فراخوان مسافران ۱۳۴	۶.۴
سیستم تخلیه اضطراری ۱۳۹	۷.۴

فصل ۵ تجهیزات کمک پروازی ۱۴۹

سیستم پرواز خودکار ۱۵۲	۱.۵
کنترل‌کننده‌ها و نشان‌دهنده‌های سیستم پرواز خودکار ۱۵۸	۲.۵
سیستم کنترل پرواز مکانیکی ۱۶۲	۳.۵
سیستم کنترل پرواز هیدرومکانیکی ۱۶۲	۴.۵
سیستم کنترل پرواز با سیم Fly By Wire ۱۶۳	۵.۵
سیستم کنترل پرواز با فیبر نوری Fly By Light (Fiber Optic) ۱۶۴	۶.۵
تکنولوژی Power By Wire ۱۶۴	۷.۵
تکنولوژی Fly By Wireless ۱۶۴	۸.۵

فصل ۶ تجهیزات ایمنی پرواز ۱۶۷

ضبط‌کننده صدای درون کابین (CVR) ۱۶۸	۱.۶
اجزای سیستم ضبط صدای درون کابین ۱۶۹	۱.۱.۶
سیستم هشداردهنده نزدیک شدن به سطح زمین ۱۷۳	۲.۶
سیستم توسعه یافته هشداردهنده نزدیک شدن به سطح زمین (EGPWS) ۱۸۵	۳.۶
رادار هواشناسی ۱۹۲	۴.۶
ارتفاع‌سنج رادیویی ۲۱۰	۵.۶

فصل ۷ سیستم‌های ناوبری ۲۲۳

سیستم جهت‌یاب خودکار ۲۲۵	۱.۷
سیستم ناوبری VOR ۲۲۸	۲.۷
تجهیزات اندازه‌گیری مسافت ۲۳۲	۳.۷
سیستم فرود با آلات دقیق ۲۴۰	۴.۷
ناوبری فرود مایکروویوی ۲۵۹	۵.۷

فصل ۸ سیستم داده هوایی و مرجع اینرسی (ADIRS) ۲۸۵

۱.۸	واحد داده هوا و مرجع اینرسی	۲۸۸
۲.۸	بخش داده هوا (ADR)	۲۸۹
۱.۲.۸	حسگرها و پروب‌های داده هوا	۲۹۰
۳.۸	ماژول داده هوا	۲۹۹
۱.۳.۸	محاسبات مرجع داده هوا	۳۰۰
۴.۸	بخش مرجع اینرسی	۳۰۱
۱.۴.۸	حسگرهای بخش مرجع اینرسی	۳۰۲

فصل ۹ ناوبری فرودگاهی ۳۰۹

۱.۹	سامانه رادار اولیه	۳۱۲
۲.۹	سامانه رادار ثانویه	۳۱۸
۳.۹	سامانه رادار خودکار مستقل	۳۲۵
۴.۹	سامانه رادار فرودگاهی	۳۲۹
۱.۴.۹	آینده سامانه رادار	۳۲۹

فصل ۱۰ یکپارچه‌سازی ۳۳۱

۱.۱۰	یکپارچه‌سازی Integration	۳۳۲
۱.۱.۱۰	ساختار اویونیک Federated (ساختار قدیمی)	۳۳۴
۲.۱.۱۰	مفهوم اویونیک ماژولار مجتمع (IMA)	۳۳۵
۳.۱.۱۰	تفکیک ماژول‌های پردازشی	۳۳۷
۴.۱.۱۰	تفکیک منابع	۳۳۷
۵.۱.۱۰	تفکیک زمانی	۳۳۷
۶.۱.۱۰	تفکیک منابع ارتباطی (شبکه ارتباطی داده)	۳۳۹
۷.۱.۱۰	افزایش کارایی ماژول‌های پردازنده	۳۴۲
۸.۱.۱۰	پیاده‌سازی میان‌افزار برای تأمین خدمات در سطح platform	۳۴۳
۹.۱.۱۰	پیاده‌سازی مکانیزم‌های پیکربندی مجدد	۳۴۳
۱۰.۱.۱۰	قابلیت اطمینان بیشتر در IMA نسل دوم	۳۴۵
	منابع و مراجع	۳۹۷

مقدمه

واژه مهندسی اویونیک متشکل از دو کلمه Electronic و Aviation می‌باشد که برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ در آمریکا به کار گرفته شد و امروزه به عنوان یکی از مهم ترین بخش‌های وسایل پرنده محسوب شده و می‌توان آن را هم تراز بخش‌های دیگر مانند موتور، سازه و بدنه به حساب آورد. با توجه به اهمیت کنترل دقیق هواپیما در هنگام فرود و برخاستن، جلوگیری از تصادف هوایی و همچنین انجام پرواز IFR (پرواز در شرایط دید کم و یا پرواز در شب) نیاز به سیستم‌های اویونیک امری اجتناب ناپذیر است. سامانه های الکترونیکی هواپیما (اویونیک) باعث افزایش سطح ایمنی و سهولت پرواز، افزایش سرعت انجام رویه‌های پروازی توسط خلبان و کنترل بهتر در شرایط سخت پروازی و ایجاد زمان بیشتر جهت تصمیم‌گیری در شرایط اضطراری برای خلبان شده‌اند. اکثر سیستم‌های اویونیک از دانش الکترونیک دیجیتال استفاده می‌کنند. سیگنال‌های دیجیتال علاوه بر اشغال فضای بسیار کمتری نسبت به سیگنال‌های آنالوگ در سرعت پردازش اطلاعات تحول عظیمی را صورت داده‌اند. همچنین نمایش اطلاعات دیجیتال، استفاده از صفحات نمایش با فن‌آوری‌های جدید را ضروری ساخته است از این رو تمامی سیستم‌های ثبت و نمایش هواپیماهای امروزی دیجیتال شده‌اند و از صفحات نمایش دیجیتال با کیفیت بسیار بالا بهره می‌برند.

با پیشرفت سریع دانش هوانوردی، بحث کنترل هواپیما و طراحی کاکپیت اهمیت ویژه‌ای پیدا کرد. کاکپیت‌های اولیه، بسیار ابتدایی و صرفاً دارای ابزارهای ساده جهت اندازه‌گیری پارامترهای اولیه پرواز بودند. اکثر کاکپیت‌ها به صورت باز قرار داشتند و جریان هوا به‌طور مستقیم به خلبان برخورد می‌کرد. با به‌وجود آمدن هواپیماهایی با سرعت زیاد و قابلیت پرواز در ارتفاع بالا، نیاز به کاکپیت با فضای بسته احساس شد تا ضمن بالابردن کارایی هواپیما، محیط آرامی را جهت هدایت هواپیما برای خلبان به‌وجود آورد. کاکپیت‌های امروزی شامل نشان‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌های زیادی هستند که همگی با نظم و ترتیب خاصی بنا به نیاز خلبان جهت هدایت هواپیما چیده شده است تا اطلاعات لازم را در شرایط مختلف جوی و در تمامی مراحل پروازی در اختیار خلبان قرار دهند. با توجه به نیاز به داشتن اطلاعات زیاد در کاکپیت و افزایش حجم ترافیک هوایی در مسیرهای پروازی و فرودگاه‌ها، حجم و تعداد نشان‌دهنده‌ها در کاکپیت افزایش یافت این امر باعث افزایش بار کاری خلبان، استرس زیاد و نرخ خطای بالا با توجه به عدم توانایی انسان در پردازش حجم زیادی از اطلاعات می‌شد. از سال ۱۹۶۰ به بعد که نقش عوامل انسانی و محدودیت‌های پردازش حافظه انسان بررسی شد کاکپیت‌های بهتری با توجه به محوریت انسان به عنوان اپراتور هواپیما مورد بررسی قرار گرفت که حاصل این پژوهش‌ها، کاهش تعداد نشان‌دهنده‌ها و کنترل‌کننده‌ها و به‌وجود آمدن کاکپیت‌های شیشه‌ای شد.

کتاب حاضر با عنوان مهندسی اویونیک هواپیما حاصل زحمات شبانه‌روزی و مطالعه بر روی سیستم‌های اویونیک هواپیماهای مختلف در طی سالیان متمادی و همچنین پرواز با تایپ‌های مختلف هواپیما تالیف شده است. همچنین به علت ارتباط نزدیک مهندسی اویونیک با تخصص مهندسی برق و هوانوردی تمامی بخش‌های مختلف کتاب زیر نظر جناب آقای دکتر حمید رادمنش عضو هیأت علمی دانشگاه نگارش شده است.

در این کتاب سعی بر آن شده تا تمامی موارد مربوط به اویونیک هواپیمای مسافربری با دیدگاه مهندسی مورد بررسی قرار گیرد. همچنین در تالیف آن از بهترین و بروزترین کتاب‌های اویونیک لاتین استفاده شده است. این کتاب می‌تواند برای دانشجویان رشته مهندسی اویونیک، مهندسان تعمیر و نگهداری هواپیما، دانشجویان خلبانی و مهندسی هوافضا، دانشجویان مهندسی برق و کلیه عزیزان علاقه‌مند به صنعت هوایی مورد استفاده قرار گیرد و آن‌ها را با مفاهیم مهندسی اویونیک آشنا سازد. بدیهی است این کتاب کامل نبوده و نقایصی هم خواهد داشت از این رو از تمامی عزیزانی که این کتاب را مطالعه می‌فرمایند خواهشمند است نقطه نظرات خود را جهت اصلاح در چاپ‌های بعدی برای نویسندگان ارسال فرمایند.

خلبان امین رادمنش

دکتر حمید رادمنش

radmanesh.nsac@gmail.com

تقدیر و تشکر

از جناب آقای حمید رضا زرویی مدیریت محترم انتشارات فدک ایساتیس به خاطر زحمات فراوان در پذیرش این اثر و چاپ آن

جناب آقای مهندس شاهنده به خاطر پیگیری‌های لازم در هر چه بهتر نمودن مطالب کتاب و امور چاپ

خانم یوزباشی به خاطر زحمات زیاد ایشان در حروف چینی و فرمت مطالب کتاب

جناب آقای والی زاده به خاطر زحمات ایشان در طراحی طرح روی جلد

مهندس احمدی دستجردی به خاطر بازبینی مطالب ارائه شده در کتاب