

航空电子应用中通信接口的防雷保护

作者: Richard Anslow

简介

喷气客机遭受雷击是常见现象,大约每1000飞行小时就会发生一次。DO-160G标准《机载设备的环境条件和试验程序》是航空电子硬件的环境测试标准。许多飞机制造商将DO-160G第22节“雷击感应瞬态敏感性”指定为关键系统(如导航、雷达、通信、发动机控制、热和空气控制等)的要求。飞机机身、机翼和机尾飞行控制系统、翼尖、尾翼顶端、发动机舱和起落架是最有可能被雷电击中的区域。

鲁棒的通信端口

现代航空器采用电传操纵系统进行飞行控制。电传操纵意

味着飞控计算机输入或飞行员手动输入以电气方式传输到控制飞控执行器的伺服电机。这些飞控系统的通信接口可以在RS-485物理层上实现。飞机发动机管理控制的通信接口也可以利用RS-485物理层实现。飞机发动机上安装的全权数字式发动机控制(FADEC)系统负责监控温度、压力、燃油流量及其他参数。

本应用笔记介绍ADI公司用于军事及航空航天(MILA)电子设备的鲁棒RS-485收发器。ADM2795E-EP是一款3 V到5.5 V RS-485收发器,具有增强的鲁棒性,适用于传感器、飞控执行器和发动机控制,在MILA航空电子等恶劣应用环境中工作时可减少系统故障。

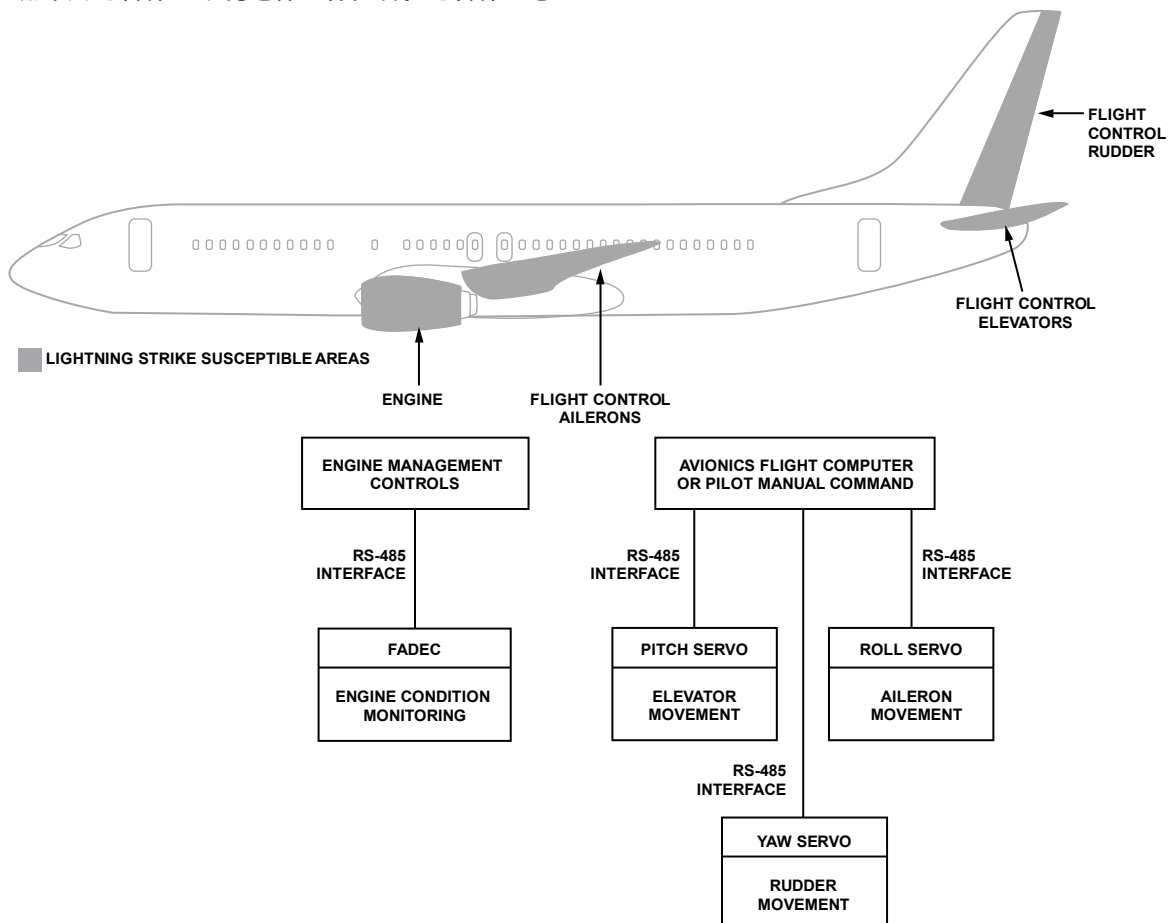


图1. 商业飞机上易受雷击的位置和系统组件之间的通信接口

目录

简介	1	MILA环境的可靠性	3
鲁棒的通信端口	1	具有增强DO-160G EMC鲁棒性的RS-485	4
修订历史	2	经认证的DO-160G EMC保护	4
环境要求	3	DO-160G ADM2795E-EP测试详情	4
雷电的间接影响	3		

修订历史

2017年7月—修订版0：初始版

环境要求

雷电的间接影响

DO-160G第22节防雷标准模拟了直接雷击浪涌通过飞机机身产生的磁场在航空电子设备中引起的瞬态电压和电流。

表1显示对于波形3和波形4/波形1，商业飞机通常需要DO-160G第22节的1级到4级防雷保护。飞机设备划分为三类区域，每类区域都有相关的电磁兼容性 (EMC) 环境。最恶劣的EMC环境位于A类和B类区域，这是飞机中无环境控制的区域。

飞控电子设备位于A类和B类区域。这些区域的EMC环境恶劣，要求达到DO-160G第22节防雷级别3或级别4。

表1. DO-160G第22节针对商业飞机的典型防雷要求

设备类别	输入/输出类别	DO-160G波形4/ 波形1	DO-160G波形3	DO-160G 级别
A类：关键设备	电源	750 V、150 A	1500 V、60 A	4
	信号：裸露区域	750 V、150 A	1500 V、60 A	4
B类：基本且危险的设备	信号：外部安装（机身、机翼）	750 V、150 A	1500 V、60 A	4
	信号：机腹整流罩（飞机下表面）、雷达天线罩	300 V、60 A	600 V、24 A	3
C类：基本且重要的设备	信号：加压区域（两个设备舱之间或多层飞机上两层之间的连接）	125 V、25 A	250 V、10 A	2
	信号：电子舱（多层飞机中的同一层）	不适用	100 V、4 A	1

MILA环境的可靠性

ADI公司提供丰富的增强产品 (EP) 系列以支持军事、航空航天和防务应用。[ADM2795E-EP](#)是一款3 V到5.5 V RS-485收发器，具有增强的鲁棒性，适用于传感器、飞控执行器和发动机控制，在MILA航空电子等恶劣应用环境中工作时可减少系统故障。[ADM2795E-EP](#)具有如下重要特性：

- 支持防务和航空航天应用（AQEC标准认证）。
- 工作温度范围：-55°C至+125°C。
- 引线框：为减轻锡须问题，[ADM2795E-EP](#)采用镍/钯/金 (NiPdAu) 引线框表面处理。
- 生产：通过单处理流程基线制造的增强产品。

具有增强DO-160G EMC鲁棒性的RS-485

ADM2795E-EP在RS-485总线引脚上集成了经过全面认证的DO-160G EMC保护，可提供第22节所述的防雷保护。

ADM2795E-EP还提供第25节所述的 ± 15 kV静电放电 (ESD) 气隙放电保护。对于第22节的防雷要求，ADM2795E-EP可防范波形3、波形4/波形1和波形5A；对GND₂的测试，使用33 Ω 或47 Ω 限流电阻时可达4级要求；对GND₁的测试，隔离栅上可达到4级要求。

经认证的DO-160G EMC保护

表2详细列出了开路电压 (V_{OC}) 和短路电流 (I_{SC})，这是DO-160G第22节雷击感应瞬态敏感性标准针对引脚注入测试的波形3、波形4/波形1和波形5A的规定。DO-160G 4级测试的峰值电流远大于标准工业浪涌IEC 61000-4-5峰值电流。DO-160G标准的波形形状和上升/下降时间显著长于IEC 61000-4-5标准的相关规定，如图2所示。DO-160G第22节防雷标准涉及的能量非常高，所以ADM2795E-EP使用了外部33 Ω 或47 Ω 的A引脚和B引脚总线限流电阻来进行相对于GND₂的测试。除了ADM2795E-EP集成EMC保护电路以外，还需要这些电阻。但是，当相对于GND₁进行测试时，无需限流电阻。ADM2795E-EP iCoupler隔离技术保护器件免受这些极端瞬变影响。

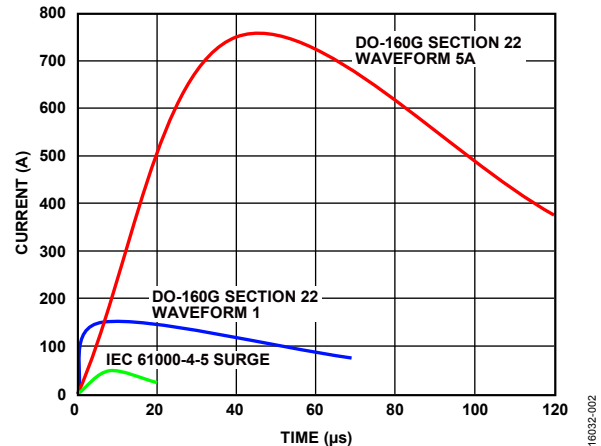


图2. DO-160G第22节波形1和波形5A及IEC61000-4-5浪涌波形

DO-160G ADM2795E-EP测试详情

对于RS-485总线侧 (GND₂) 测试，A和B总线引脚上均额外增加一个33 Ω 或47 Ω 限流电阻。DO-160G第22节测试一次在一个引脚上执行；测试不是在共模下进行。表3和表4是ADM2795E-EP认证测试结果摘要。

表2. DO-160G第22节引脚注入级别4和级别3与IEC 61000-4-5雷击级别4和级别3的比较

级别	DO-160G波形3	DO-160G波形4/波形1	DO-160G波形5A	IEC 61000-4-5
4	1500 V、60 A	750 V、150 A	750 V、750 A	4000 V、49 A
3	600 V、24 A	300 V、60 A	300 V、300 A	2000 V、24.5 A

表3. DO-160G第22节引脚注入级别4认证测试结果

相对于GND _x 测试	A和B引脚上的限流电阻	DO-160G波形3， 1500 V、60 A	DO-160G波形4/波形1， 750 V、150 A	DO-160G波形5A， 750 V、750 A
GND ₁	无	通过	通过	通过
GND ₂	47 Ω 或33 Ω	通过 使用47 Ω 时通过	通过 使用33 Ω 时通过	通过 使用33 Ω 时通过

表4. DO-160G第22节引脚注入级别3认证测试结果

相对于GND _x 测试	A和B引脚上的限流电阻	DO-160G波形3， 600 V、24 A	DO-160G波形4/波形1， 300 V、60 A	DO-160G波形5A， 300 V、300 A
GND ₁	无	通过	通过	通过
GND ₂	33 Ω	通过	通过	通过