

Kurzfassung

Im letzten Jahrzehnt ist die Anzahl der elektrischen und elektronischen Systeme im Flugzeugbordnetz gestiegen. Diese Entwicklung ist hauptsächlich auf die Verbesserung der Effizienz und der Zuverlässigkeit des Flugzeugs sowie den erhöhten Komfort zurückzuführen. Im Luftfahrtbereich wird die Herausforderung für die Dimensionierung des elektrischen Bordnetzes noch wichtiger, wobei das Volumen und die Masse zwei wesentliche Elemente sind. Die verstärkte Elektrifizierung der Bord-systeme hat zur Entwicklung des sogenannten MEA-Konzepts geführt (*engl. MEA: More Electric Aircraft*).

Studien haben gezeigt, dass die theoretische Bilanz der elektrischen Leistung im Flugzeugbordnetz die in den Flugphasen tatsächlich erforderliche Leistung übertrifft. Auch wenn diese Konstellation sicherheitsbildend ist, kann sich diese im Falle eines MEA-Konzepts problematisch erweisen, denn noch höhere elektrische Leistungen sind geplant. In diesem Zusammenhang spielt die elektrische Architektur des Verteilungssystems eine wichtige Rolle. Die neuen elektrischen Bordnetzarchitekturen müssen so entworfen werden, dass einwandfreie Funktionalitäten bei minimalen Kosten und Gewichten sichergestellt werden.

Die Ökoeffizienz von Flugzeugen kann durch eine optimierte Aerodynamik, optimierte Triebwerke oder ein optimiertes Gesamtgewicht gesteigert werden. In elektrischer Hinsicht lässt sich die Ökoeffizienz durch zwei Optimierungsparameter verbessern: eine Reduzierung des Leistungsverbrauchs und des Gewichts des Bordnetzes. Der Einsatz eines Powermanagementsystems führt zur Optimierung des elektrischen Energieverbrauchs. Durch den Einsatz von höheren Spannungsebenen, d.h. Hochspannungs-Wechselstrom (HVAC) bzw. -Gleichstrom (HVDC), wird das Gewicht der elektrischen Verteilungsarchitektur optimiert. Zusätzlich kann auch eine architektonische Optimierung des elektrischen Bordnetzes zur Gewichtsverringerng führen. Weitere Optimierungsparameter, die zur Verringerung des gesamten Flugzeuggewichts führen, sind leichte Materialien als tragende Struktur d.h. Flügel und Rumpf, wobei der Rückleiter anders als bei Aluminiumrumpf ausgelegt wird. Abhängig von Flugzeugprogrammen, Kurz-, Mittel- oder Langstreckenflugzeug, kann die Einführung von leichten Materialien dennoch zum Gewichtsnachteil bei der elektrischen Verteilungsstruktur führen.

In dieser Arbeit wurden anhand von architektonischen Variabilitäten sowie mathematischen Optimierungsansätzen die Optimierungspotentiale der elektrischen Bordstromverteilung von Flugzeugen untersucht. Bisher beschränken sich viele Innovationen im Luftfahrtbereich auf neue Flugzeugentwicklungen. Beispiele hierfür sind der Airbus A380, der Airbus A350 und die Boeing B787. Auf Basis von Untersuchungsergebnissen werden die Einflüsse auf verschiedene Flugzeugkabinenlängen gegenübergestellt, um jeweils eine optimierte Architektur für jedes Flugzeugprogramm ermitteln zu können.

Abstract

During the last few decades, the number of electrical and electronic systems in the aircraft power supply has constantly grown. This trend is mainly to attribute to the need for improvement of the efficiency and the reliability of the aircraft as well as its comfort. In the aircraft industry the challenge for dimensioning the electrical wiring system will become more important, whereby the volume and the weight are two fundamental elements. The move from some of the conventional aircraft systems to the electrical systems has led to the so called More Electrical Aircraft (MEA) concept.

Studies have shown that theoretical balance for electrical power on aircraft exceed the power actually requires in each flight phase. Even if this is security-building configuration, this can be problematic in case of a MEA concept, because more electrical power is scheduled. In this context the architecture of the electrical distribution system plays an important role when dimensioning the cable and wiring systems on aircraft. New electrical wiring architectures need to be designed so that flawless functionality at a minimum cost and weight will be ensured.

The ecological efficiency of aircraft can be improved through optimized aerodynamics, engines or a total weight reduction. From an electrical viewpoint, the ecological efficiency of aircraft can be influenced via two optimization parameters: a reduction of the power consumption and the weight of the wiring system. The implementation of power management leads to the optimization of the electrical power consumption. The optimization of the wiring weight can be achieved by increasing the power supply voltage level: High Voltage Alternating Current (HVAC) or High Voltage Direct Current (HVDC). In addition, an architectural optimization of the electrical power distribution can save weight. Further optimization parameters which lead to the reduction of the overall aircraft weight are lightweight materials as load-bearing structure like wings and fuselage, at which the return conductor is designed differently than in aircraft with aluminum fuselage. Depending on the aircraft cabin layout i.e. short range, medium range and long range aircraft, the introduction of lightweight materials can nevertheless leads to weight disadvantage of the electrical distribution system.

In this work, architectural variability as well as mathematical optimization approaches were used to investigate the optimization potential of on-board electrical power distribution system. Up to now, many innovations in the aircraft industry are limited to the aircraft developments. Some examples are the Airbus A380, A350 and the Boeing B787. On the basis of research results, influences of diverse aircraft cabin layout are investigated and then compared, in order to determine respectively an optimal architecture for each aircraft cabin layout.