

Innovative Control Effectors for Manoeuvring of Air Vehicles

(STO-TR-AVT-239)

Executive Summary

Next generation military aircraft will confront increasingly contested and increasingly sophisticated threat environments. To enhance the survivability of future aircraft in these environments will require new approaches to flying aircraft. Legacy approaches, using deflecting surfaces that open gaps and seams in the aircraft surface, are at odds with the demand for enhanced survivability. Novel approaches focussed around the application of Active Flow Technology (AFC), involving seamless technologies without the requirement to deflect conventional flight control surfaces, offer the promise of full aircraft flight control without compromising low detectability.

The NATO STO AVT-239 Research Task Group came together to investigate the application of novel flight control technologies to aircraft manoeuvring. Candidate AFC technologies were identified, developed, and assessed against key vehicle performance and vehicle integration criteria (e.g., complexity, maintainability, reliability). The goal was to identify the technologies that minimized the reliance on conventional control surfaces during different portions of the vehicle mission profiles. The aerodynamic performance of these technologies was tested on two platforms representative of next generation tailless aircraft (ICS and SACCON/MULDICON) for a representative ingress mission phase. These evaluations combined experimental measurements in wind tunnels and high-fidelity numerical simulations. The aerodynamic data were then incorporated into flight dynamics simulations where flow control technologies were used to provide flight control in lieu of conventional control surface deflections. These flight simulations were run for a representative one-hour ingress mission scenario with the aircraft subject to light/moderate turbulence and moderate gusts. In tandem with these performance evaluations, conceptual design studies provided interior aircraft layouts in which the control technologies were integrated. These studies allowed team members to evaluate the 'ilities' metrics of the aircraft design and to perform a technology readiness assessment. The culmination of these three activities was a Quality Function Deployment (QFD) evaluation where each flow control technology was graded in an objective and consistent manner against a set of defined measures. The objective of the research activity was to identify system integration impact, the barriers to implementation and the next steps required to implement these technologies on a full-scale aircraft.

This study concludes that AFC technology is both feasible and reasonable for application to next generation air vehicle platforms represented by the ICE and SACCON/MULDICON platforms with respect to the impact such systems would have on mission performance, integration, and propulsion integration. For the ingress mission phases, both trailing edge tangential blowing/circulation control and yaw fluidic thrust vectoring appear to be the most promising technologies.

Areas highlighted for future R&D investment include: AFC valve reliability/maintainability and the maturation of technology, integration, and manufacturing readiness to level 5 or greater. Further assessments are proposed to explore the application of AFC to the take-off/landing and manoeuvring mission phases. A comprehensive framework for integrating flow control into the preliminary aerodynamic design process of a next generation UAV and assessing its system impact on that aircraft has been established.

Effecteurs de contrôle innovants destinés à manœuvrer les véhicules aériens

(STO-TR-AVT-239)

Synthèse

Les avions militaires de prochaine génération seront confrontés à des environnements de plus en plus contestés et à des menaces de plus en plus sophistiquées. L'amélioration de la survivabilité des futurs avions dans ces conditions nécessitera de nouvelles approches des avions volants. Les approches héritées, consistant à utiliser des surfaces déflectrices qui donnent lieu à des ouvertures et des joints à la surface de l'avion, entrent en conflit avec la demande d'amélioration de la survivabilité. Les approches inédites concentrées sur l'application de l'Active Flow Technology (AFC, technologie de l'écoulement actif), qui font appel à des technologies sans joint et n'exigent pas de braquer les surfaces des commandes de vol classiques, promettent une maîtrise complète du vol de l'avion sans compromettre la faible détectabilité.

Le groupe de recherche AVT-239 de la STO de l'OTAN s'est réuni pour étudier l'application des nouvelles technologies de commande de vol aux manœuvres des avions. Les technologies AFC envisageables ont été identifiées, développées et évaluées au regard des performances clés du véhicule et des critères d'intégration du véhicule (par exemple, la complexité, la maintenabilité, la fiabilité). Le but était d'identifier les technologies qui minimisaient l'utilisation des surfaces de commande conventionnelles pendant différentes parties des profils de mission du véhicule. Les performances aérodynamiques de ces technologies ont été testées sur deux plateformes représentatives des avions sans queue de prochaine génération (ICS et SACCON/MULDICON) pour une phase de mission d'entrée représentative. Ces évaluations ont associé des mesures expérimentales en soufflerie et des simulations numériques à haute fidélité. Les données aérodynamiques ont ensuite été incorporées dans des simulations de dynamique du vol, dans lesquelles le vol est commandé par des technologies de contrôle de l'écoulement et non par le braquage des surfaces de commande classiques. Ces simulations de vol ont été exécutées selon un scénario représentatif d'une mission d'entrée d'une heure soumettant l'avion à des turbulences légères/modérées et à des rafales modérées. En association avec ces évaluations des performances, des études de définition ont fourni l'agencement intérieur de l'avion dans lequel les technologies de commande étaient intégrées. Ces études ont permis aux membres de l'équipe d'évaluer les indicateurs d'attribut de qualité de la conception des avions et de réaliser une évaluation de la maturité technologique. Ces trois activités ont débouché sur l'évaluation d'un déploiement de la fonction qualité (QFD), où chaque technologie de contrôle de l'écoulement a été notée de manière objective et cohérente par rapport à un ensemble de mesures définies. L'objectif de l'activité de recherche était d'identifier l'effet de l'intégration du système, les obstacles à la mise en œuvre et les étapes suivantes nécessaires pour appliquer ces technologies dans un avion en grandeur réelle.

La présente étude conclut que l'utilisation de la technologie AFC est à la fois faisable et raisonnable sur les plateformes de véhicule aérien de prochaine génération représentées par les plateformes ICE ET SACCON/MULFICON, du point de vue de l'impact qu'auraient ces systèmes sur l'exécution de la mission, l'intégration et l'intégration de la propulsion. Pour les phases de mission d'entrée, le soufflage tangentiel/contrôle de circulation du bord de fuite et l'orientation de la poussée fluïdique en lacet semblent les technologies les plus prometteuses.

Les domaines mis en avant pour les futurs investissements de R&D sont les suivants : fiabilité/maintenabilité des vannes AFC et maturation de la technologie, intégration et aptitude à la fabrication de niveau 5 ou plus. D'autres évaluations sont proposées pour étudier l'application de l'AFC aux phases de décollage/atterrissage et manœuvres des missions. Un cadre complet a été établi, qui régit l'intégration du contrôle de l'écoulement dans le processus d'étude aérodynamique préliminaire des UAV de prochaine génération et l'évaluation de l'impact de son système sur l'aéronef.

