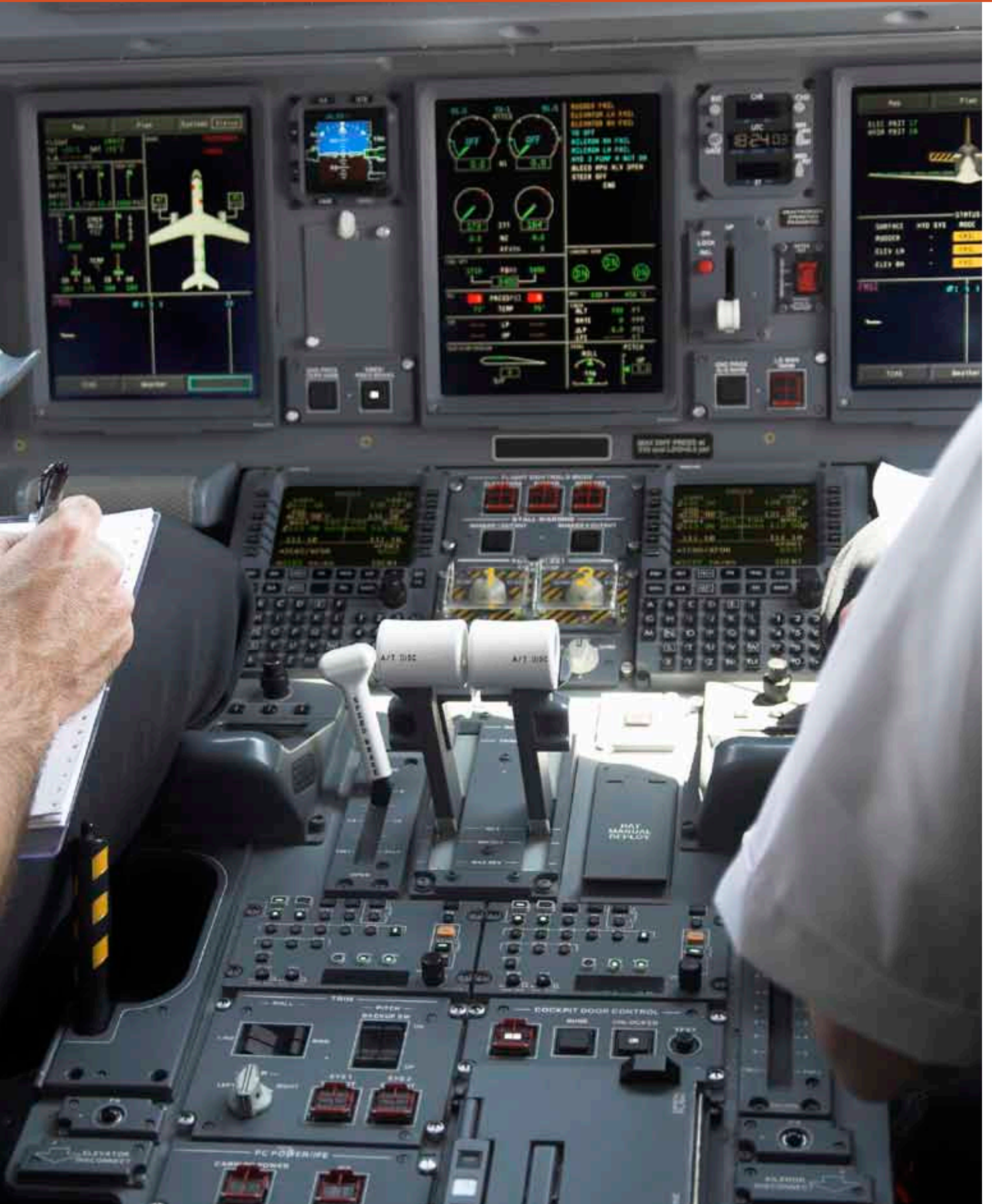


Pilotentraining mit automatischer Codegenerierung



AMST ist Branchenführer bei Simulationsanlagen für die zivile und militärische Flugmedizin und Pilotenausbildung. Mit komplexen Regelungsaufgaben stellen die riesigen und hochdynamischen Anlagen höchste Ansprüche an die Verarbeitungs- und Kommunikationsgeschwindigkeit der Steuerungselektronik. Angesichts von Gewichts- und Platzbeschränkungen sowie der hohen Beschleunigungskräfte bewähren sich auch im Cockpit die kompakten, leistungsfähigen und zugleich robusten Systeme der B&R X20 Familie. Deren Programmierung erfolgt durch Automatische Codegenerierung direkt aus dem Simulationsmodell.

Druckabfall bei 12.000 Meter Flughöhe, schnelle Ausweichmanöver bei Überschallgeschwindigkeit, Terrain-folgender Tiefflug bei Nacht und schlechter Sicht, Ausfall der Lenkanlage mitten im waghalsigsten Flugmanöver - Piloten müssen unter immensen körperlichen und psychischen Belastungen einsatzfähig bleiben, die Übersicht behalten und schnell und sicher reagieren. Speziell in heutigen mit Elektronik vollgestopften Militärflugzeugen wie dem Eurofighter mit ihrer unglaublichen Agilität und Manövrierfähigkeit werden zunehmend die Besatzungen zum begrenzenden Element des Systems.

Physische Flugsimulation trainiert Extremsituationen

Um nicht den Verlust von Flugzeug und Besatzung riskieren zu müssen, erfolgt die Auswahl, Ausbildung und gesundheitliche Überprüfung der Piloten überwiegend per Simulation auf dem Boden. Nicht etwa im bequemen Sessel vor dem PC, sondern in nachgebildeten Cockpits echter Flugzeuge oder Helikopter mit durch Projektoren hergestellter perfekter Illusion ihrer eigenen Flugbewegungen und der anderer Flug- und Fahrzeuge. In funktionalen Flugzeug Simulatoren üben sie alle Abläufe des Fluges. Beim Training von Extremsituationen in flugmedizinischen Trainingssystemen wie dynamischen Bewegungssimulatoren in Form mehrachsiger Hochgeschwindigkeits-Humanzentrifugen, Desorientierungstrainern, Nachtsicht-Übungssystemen und Unterdruck-Kammern werden sie an ihre physischen und psychischen Grenzen gebracht und zugleich medizinisch exakt beobachtet.

Führender Hersteller solcher Trainingssysteme ist die AMST-Systemtechnik GmbH in Ranshofen bei Braunau. Das Unternehmen entstand 1996 per Management-Buy-out durch den langjährigen Geschäftsführer Richard Schlüsselberger aus dem vormals staatlichen Aluminium Konzern Austria Metall AG (AMAG), der bereits 1978 in Entwicklungen für die Luft- und Raumfahrt diversifizierte hatte und 1982 den Auftrag zur Errichtung einer kompletten flugmedizinischen Einrichtung für die deutsche Luftwaffe mit einer Humanzentrifuge und einer Unterdruckkammer erhielt. Heute projektieren, konstruieren und bauen ca. 100 Mitarbeiter die meist riesigen Anlagen vom komplexen und präzisen maschinenbaulichen Teil >>



„Die Flugsimulation wird anhand einer idealtypischen Landschaft mit allen denkbaren Merkmalen programmiert. Auch die Steuerungs- und Regelungsaufgaben werden zunächst als Simulationsmodell entwickelt.“

Rudolf Gann
Entwickler und Technologiemanager
AMST



Das Training in diesen Anlagen hilft Piloten, in Extremsituationen zu überleben und weiter einsatzfähig zu bleiben.



In der Unterdruckkammer proben die Piloten den Ernstfall.

über Leitstand und Cockpit Nachbildung bis zur Software, die neben der Bewegungssteuerung auch die Umgebungssimulation miteinschließt, nötigenfalls bis zur Planung und Bauüberwachung der Gebäude.

Bei der größten von AMST bisher gebauten Zentrifuge bringen 35 MW Antriebsleistung 340 Tonnen in 0,5 Sekunden von 0 auf 100 km/h. Spitzenprodukt des Hauses ist der 14 Meter lange Bewegungssimulator DESDEMONA®, der durch Bewegung des Piloten in vier Rotations- und zwei Linearachsen sämtliche denkbaren dynamischen Situationen nachbildet, in die ein Pilot geraten kann, und damit seinem Namen (von altgriechisch dysdaimon = Unheil, Missgeschick) Ehre macht. Neuestes Produkt in der Palette des AMST Angebotes ist eine Anti-G-Einrichtung. Dabei handelt es sich um ein komplexes elektropneumatisches System, durch das die Anzüge der Piloten abschnittsweise unter Druck gesetzt werden, um Blutarmut im Gehirn durch die Einwirkung der extremen Beschleunigung im Kurvenflug zu verhindern. Im Gegensatz zum Flugzeug, wo die Druckversorgung rein mechanisch erfolgt, wird hier der Luftstrom per Steuerelektronik berechnet, gesteuert und geregelt. Dabei handelt es sich um eine Weltpremiere, denn damit steht erstmals auch für diesen wichtigen Systembestandteil eine Simulationsmöglichkeit außerhalb des echten Flugzeugs zur Verfügung.

Höchste Ansprüche an Steuerung und Regelung

Die Simulation der Umgebung, also der Landschaften und des übrigen Flugverkehrs, sowie die Überwachung der Piloten erfolgt auf externen Rechnern,

die Abläufe in den Trainingseinrichtungen werden über Steuerungssysteme in den einzelnen Anlagenteilen gesteuert. „Dabei handelt es sich um anspruchsvolle Regelungsaufgaben mit höchsten Anforderungen an die Reaktionszeiten und das Echtzeitverhalten“, sagt Rudolf Gann. Der Physiker und Mathematiker ist bei AMST Entwickler für die Simulation und Technologiemanager für die Unterdruckkammern und unterrichtet an der HTL Braunau, mit der eine langjährige Zusammenarbeit besteht. „Die Steuerungshardware ist teilweise direkt im Cockpit installiert und dort hohen Belastungen durch Vibration, Beschleunigung und Temperaturwechsel ausgesetzt.“

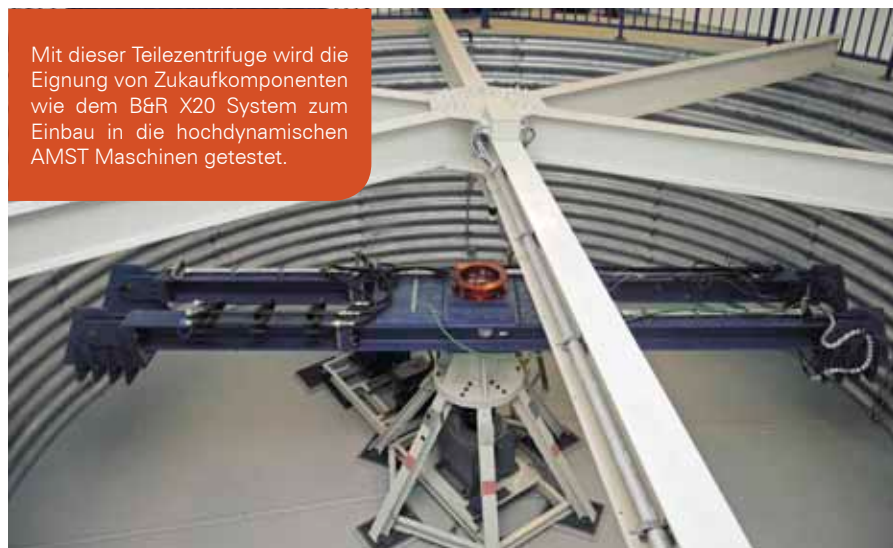
Im Zuge der Entwicklungsvorbereitungen zu einer größeren Humanzentrifuge in den Jahren 2000/2001 erfolgte die Abkehr von der Steuerungsentwicklung durch externe Dienstleister und eine grundsätzliche Systementscheidung, der umfangreiche Untersuchungen mit Benchmark Tests vorausgingen. „Wir entschieden uns aus zwei Gründen für B&R“, erinnert sich Gann. „Zum einen konnte das Mitbewerbsprodukt unsere Anforderungen wenn überhaupt nur mit dem doppelten Platzbedarf und zu erheblich höheren Kosten erfüllen, zum anderen gab es im Haus bereits positive Erfahrungen mit den Produkten und der Betreuung von B&R aus der Frühzeit von AMST.“

Die Steuerungssysteme kommunizieren mit schnellen PC basierten Rechnern, auf denen das Echtzeit Betriebssystem QNX läuft. Innerhalb einer vorgegebenen, kurzen Taktzeit, der sogenannten Control Response Time, werden die Eingangssignale - etwa vom Joystick - von der Steuerungs CPU vorverarbeitet und an den Simulationsrechner weitergegeben sowie nach Empfang der Simulationsergebnisse wieder in Steuersignale umgewandelt und an die Aktuatoren ausgegeben. Das verlangt neben einer hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit auch eine schnelle Kommunikation mit zuverlässigem Echtzeitverhalten, die durch die Verwendung von POWERLINK gewährleistet wird. Das System bedingt eine starre Vertaktung, da diese mangels eindeutiger mechanischer Abhängigkeiten durch die Steuerung hergestellt werden muss, um Flugzeugtypen mit unterschiedlichen mechanischen Gegebenheiten nachzubilden.

B&R X20 als Universalplattform

Wurde zunächst das System 2005 verwendet, kommt mittlerweile das innovative X20 System zum Einsatz, und das sowohl in IP20 als auch in IP67 Schutzart. „Da jedes Gramm bewegter Masse erhebliche Auswirkungen auf die benötigte Mechanik und die Antriebsenergie hat, ist der hohe Miniaturisierungsgrad der X20 Familie ein unschätzbare Vorteil“, sagt Rudolf Gann. „Dazu kommt die enorme Rechenleistung der CPU, die uns die Integration der anspruchsvollen Regel-Algorithmen erlaubt.“

So konnte etwa in der Unterdruckkammer, in der über 100 Ein- und Ausgänge zu kontrollieren sind, von der X20 CPU die komplette Simulation mitübernommen und



Mit dieser Teilezentrifuge wird die Eignung von Zukaufkomponenten wie dem B&R X20 System zum Einbau in die hochdynamischen AMST Maschinen getestet.



Eine X20 CPU übernimmt komplexe Steuerungs- und Regelungsaufgaben und sorgt so für präzise Simulationen in der Druckkammer.

der externe QNX Rechner eingespart werden, und das neben umfangreichen Steuerungs- und Regelungsaufgaben. So führt in der Unterdruckkammer ein schneller, stabiler zweistufiger Regelkreis sämtliche Zustandsfunktionen den sich aus der Simulation ergebenden Sollwerten nach. Das umfasst je zwei Temperatur- und Feuchtigkeitsebenen sowie das Strömungsgeschehen, sämtliche Lüfter und die Dampferzeugung.

Automatische Codegenerierung aus Simulationsmodell

Ebenso wie die Flug- und Geländeinformationen werden sämtliche Vorgänge in den Trainingsanlagen von AMST simuliert, bevor sie in die Entwicklung des maschinenbaulichen Teils der Hardware und vor allem der Software einfließen. So wird auch die Unterdruckkammer mit den beschriebenen Regelstrecken zur Gänze in MATLAB und Simulink und MATLAB Stateflow

abgebildet. „Wir programmieren nicht direkt in der Steuerung“, sagt Rudolf Gann. „Aus dem Simulationsmodell erzeugen wir mit der Automatischen Codegenerierung über den MATLAB Real-Time Workshop direkt den Programmcode für die B&R X20 CPU. Gemeinsam mit dem Simulationsmodell selbst wird dieser nur noch an Automation Studio übergeben und auf die Hardware portiert. Das spart Übertragungsfehler und sorgt für ausgesprochen überschaubare Inbetriebnahmezeiten.“ Zudem eröffnet diese Vorgehensweise die Möglichkeit, Soll-/Ist-Vergleiche zwischen dem Modell und der Realität anzustellen.

Auch der nächste Integrationsschritt ist bereits vorprogrammiert. „In unseren Anlagen gibt es zum Schutz der Piloten natürlich umfangreiche Sicherheitseinrichtungen“, berichtet Rudolf Gann. „Mit den neuen analogen Safety I/Os

können wir auch die Sicherheitstechnik über POWERLINK nahtlos integrieren und damit den Verkabelungsaufwand deutlich senken.“ ■

AMST:



Gegründet: 1996

Mitarbeiter: ca. 100

Standort: Ranshofen (AT)

Produkte & Services: Simulationseinrichtung für Luft- und Raumfahrtsmedizin und Pilotenausbildung

www.amst.de