



Elektronische Kabinensysteme

**DGLR-Seminar
"Flugzeugkabine und Kabinensysteme"**

21. - 23.09.2004

Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2004 in Dresden

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Prof. Dr.- Ing. Dieter Scholz, MSME

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau
Berliner Tor 9
20099 Hamburg

E- mail: info@ProfScholz.de
Internet: <http://www.ProfScholz.de>

Unterlagen erstellt aus Material vom
Aufbaukurs Flugzeugbau - Kabine / Kabinensysteme
Vortragende:

- Matthias Großmann, Airbus Deutschland GmbH
- Peter Schumacher, KID Systeme GmbH

Inhalt

1 Einleitung

- Definition
- Geschichte der Avionik und der Passagierunterhaltungssysteme

2 Grundlagen moderner Avionik / Kabinenelektronik

- Halbleitertechnik
- Datenbusse

1 Einleitung

Avionik: engl. Avionic

- Kunstwort

- Aviatik und Elektronik
- Aviation und Electronic

- Definition

- Geräte, die für den Bordeinsatz in Flugzeugen entwickelt worden sind oder als Teile solcher Geräte eingesetzt werden.

- Merkmal

- Im wesentlichen fließen die Ströme in dem System zum Zwecke des Informationsaustausches und nicht für die Energieversorgung.

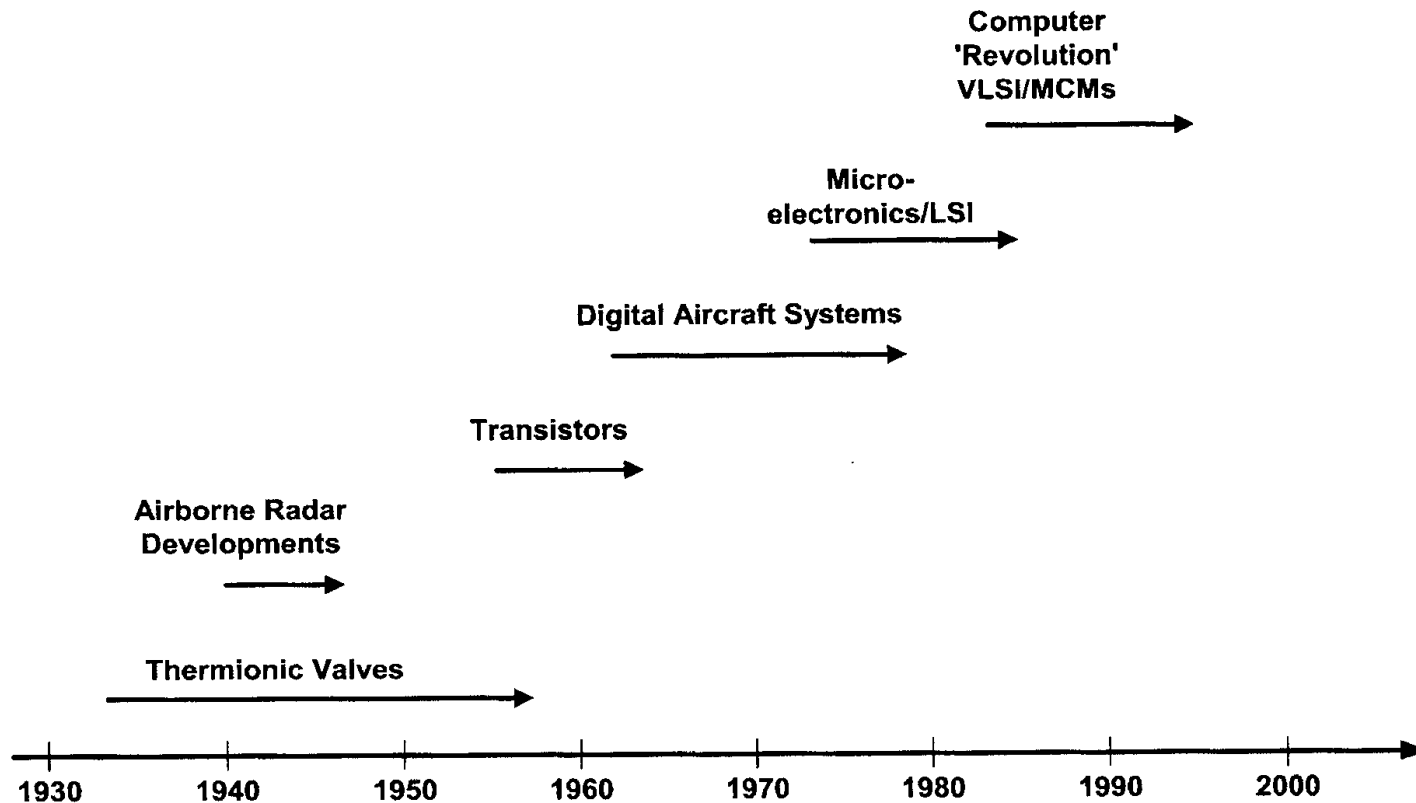
Einleitung

Kabinensysteme

- Von der Funktion her keine Systeme, die für die Flugführung notwendig sind.
- Sie dienen u.a. dem Passagierkomfort und der Crewunterstützung.
- Sie können aber auch Funktionen haben, die im Notfall für die Besatzung und Passagiere wichtig sind.
- Beispiele für Kabinensysteme
 - In-Flight Entertainment (IFE) System
 - In-Seat Power Supply System
 - In-flight Telephone System
 - Cabin Intercommunication Data System (CIDS)
 - Fire Detection System
 - Water Waste System

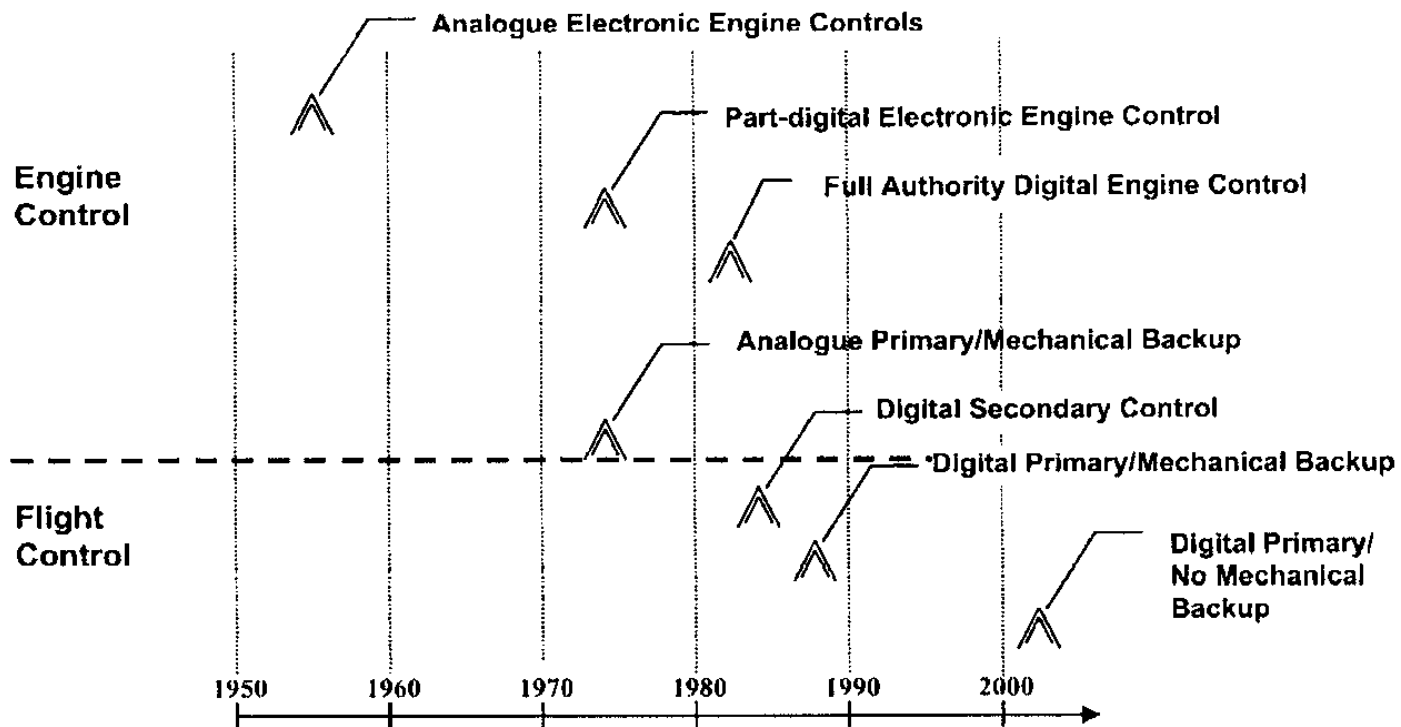
Historie Avionik

- Abb. 1-1: Überblick der wichtigsten elektrischen und elektronischen Komponentenentwicklungen seit 1930



Historie Avionik

- Abb. 1-2: Entwicklung der elektrischen Triebwerks- und Flugsteuerung



Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 1925 – First In-flight Movie
 - ▶ A "media event" for 12 passengers in a World War I converted Handley-Page bomber showing the black & white, silent film "THE LOST WORLD" during a 30-minute flight near London
- 1932 – First In-flight TV
 - ▶ A "media event" on Western Air Express Fokker F-10 aircraft. Archival photographs show an early television set receiving pictures aloft on a flight.

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- Early 1930's and later on
 - ▶ Early in-flight entertainment included live singers, musicians, fashion shows, etc. All performances were designed to become media events within themselves, not specifically to entertain passengers. The press was invited and newspapers and magazines throughout the world held their readers in rapt fascination with news of these events in the sky.
 - ▶ Film showings were soon added as another onboard media event - Early photos show a film projector set up in the aisle of the airplane, and the film projected on a home movie screen placed in the forward section of the cabin.

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 1961

- ▶ Development of a 16mm film system for commercial aircraft. Mechanics required to use 30-inch-diameter film reels.

- 1971

- ▶ Development of the 8mm film cassette. Flight attendants could now change movies in-flight.

- 1975

- ▶ Introduction of Atari video games onboard flights.

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 1978
 - ▶ First video-tape system (VHS)
- 1979
 - ▶ "Electronic" headphones introduced on selected aircraft and premium cabins, replacing "pneumatic" headphones
- 1984
 - ▶ Introduction of the world's first in-flight telephone system on American Airlines.

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 1985
 - ▶ Introduction of the first audio player system based on Tape Cassette technology
- 1988
 - ▶ Introduction of the world's first in-seat video system, using 2.7-inch LCD displays.
- 1989
 - ▶ First IFE noise-cancellation headphones introduced

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 1989
 - ▶ American Airlines makes first fleet-wide installation of in-seat video in first class
- 1991
 - ▶ Virgin Atlantic Airways offers seat-back video in all classes (including economy).
- 1993
 - ▶ First In-flight Fax - Facsimile units installed on Singapore Airlines.

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 1996
 - ▶ First installation of In-Seat Power Outlets, on Delta Air Lines.
- 1996
 - ▶ Live television premiered on a Delta Air Lines B767 to support the Atlanta Olympics.
- 1997
 - ▶ Swissair installs first interactive Video-On-Demand entertainment system, including gambling, installed on an entire aircraft.

Historie Kabinenunterhaltungssysteme

- 2000

- ▶ In April JetBlue introduces live (via satellite) in-flight television fleet wide in all cabins.

- 2000

- ▶ First fleet wide introduction of hand-held DVD-players on American Airlines and Swissair.

- 2001

- ▶ First In-flight E-mail transmission: Air Canada during a "Press Demonstration" flight from Montreal to Toronto.

2 Grundlagen moderner Avionik / Kabinenelektronik

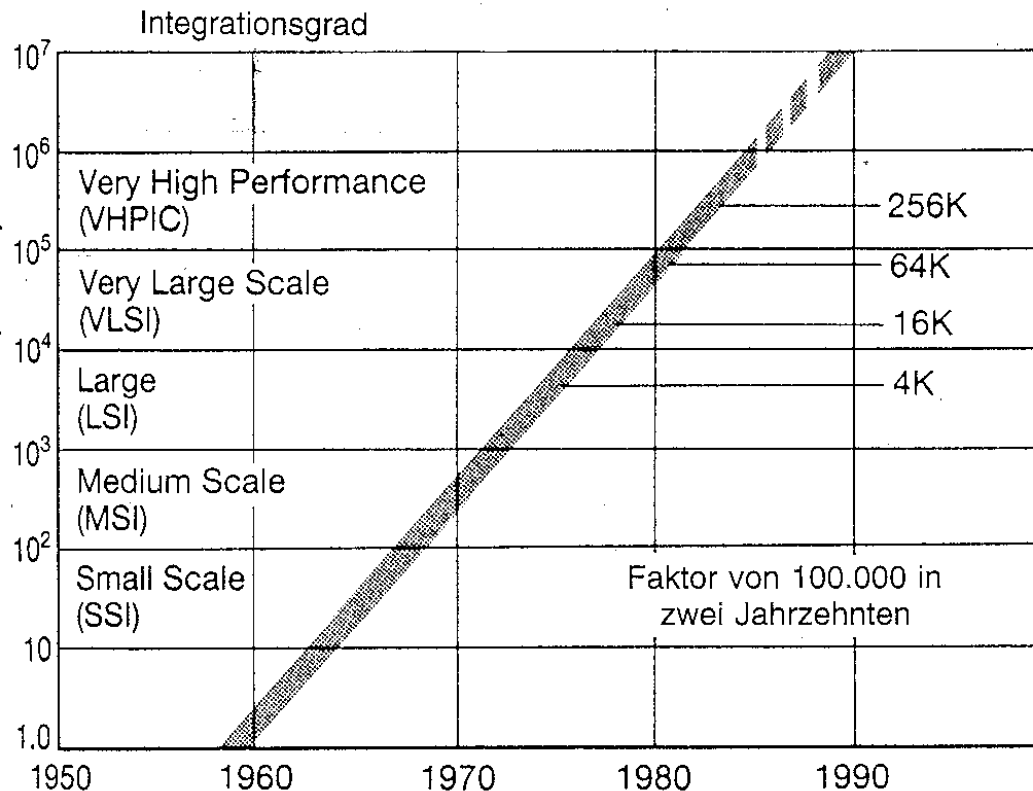
- Transistortechnik
- Integrierte Schaltkreise
- Mikroprozessortechnik
- Datenbusse / LRU / Gehäusenormen
- IMA / Elektronikabteil

Transistortechnik

- In der Mitte der 50er Jahre revolutionierte die Transistortechnologie die Flugzeugelektronik. Innerhalb kürzester Zeit ersetzte der Transistor die Röhre, weil er dem Ideal des Flugzeugbauers sehr nahe kommt:
 - ▶ Mechanisch robust
 - ▶ Klein
 - ▶ Leicht
 - ▶ Verlustarm

Integrierte Schaltkreise

- Diskrete Transistoren wurden von integrierten Schaltkreisen (ICs) verdrängt
- Abb. 2-1: Die Entwicklung der Integrationsdichte bei IC's

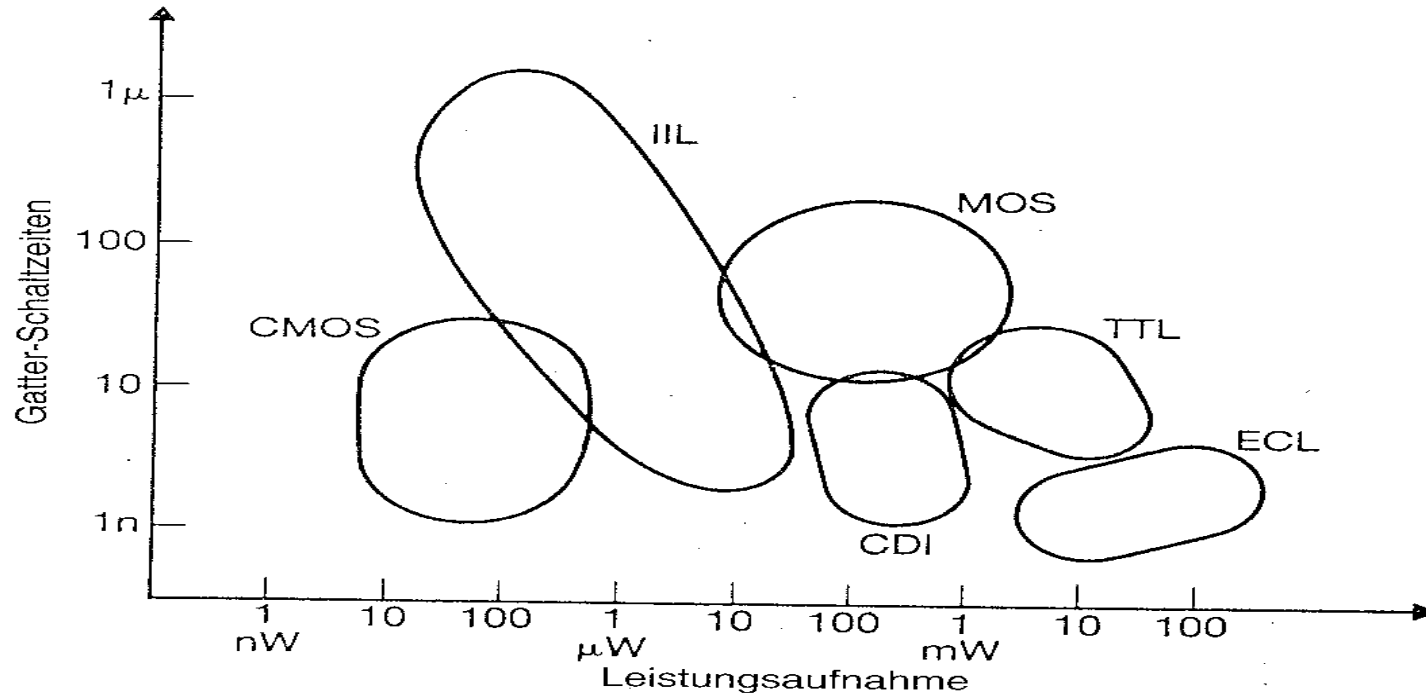


Integrierte Schaltkreise

- Wachsender Integrationsgrad durch abnehmende Strukturgröße des Einzeltransistors und bei den Schaltungsverbindungen
- Strukturgrößen im Mikrometerbereich sind längst erreicht
- Steigende Rechenleistungen durch immer schnellere Logikschalttechniken
- Sinkender Energiebedarf durch immer verlustfreiere Logikschalttechniken

Integrierte Schaltkreise

- Abb. 2-2: Vergleich der Schalt- und Verlustleistungen verschiedener Logikbausteinfamilien



Halbleitertechnologien

TTL	Transistor-transistor logic
ECL	Emitter-coupled logic
IIL	Integrated-injection logic
CDI	Collector-diffused isolation logic
MOS	Metal-oxide-semiconductor transistor logic
CMOS	Complementary MOS

Mikroprozessortechnik

- 1971: Einsatz des ersten Rechners im Flugzeug:
 - 4-bit: Intel 4004
- 1974: Einführung der ersten Nachfolgegeneration
 - 8-bit: Intel 8080; Zilog Z80
- 1977: Einführung der dritten Entwicklungsstufe
 - 16-bit: Intel 8086; Motorola 68000
- Standardisierung wurde notwendig
 - Prozessortechnik: MIL-STD 1750
 - Programmiersprache: ISA (Instruction Set Architecture)

Datenbusse

- Grundlegende Prinzipien digitaler Busse:
 - Halbduplex: Datenverkehr nur von Datenquelle zu Datensenke und nicht zurück über dieselbe Leitung
 - Vollduplex: Datenverkehr von Datenquelle zu Datensenke und zurück über dieselbe Leitung
 - Serieller Bus: Datenbits werden zeitlich nacheinander über eine Zweidrahtleitung übertragen
 - Paralleler Bus: Datenbits werden zeitgleich über mehrer Datenleitungen übertragen

Datenbusse

ARINC 429

- In der Zivilluftfahrt weitverbreitet
- Anwendung: A320/330/340; B757/767

• ARINC 629

- Zivile Anwendung basierend auf dem militärischen Bus entsprechend MIL-STD 1553B
- Anwendung: B777

• AFDX

- Avionics Full Duplex switched ethernet
- Anwendung: A380

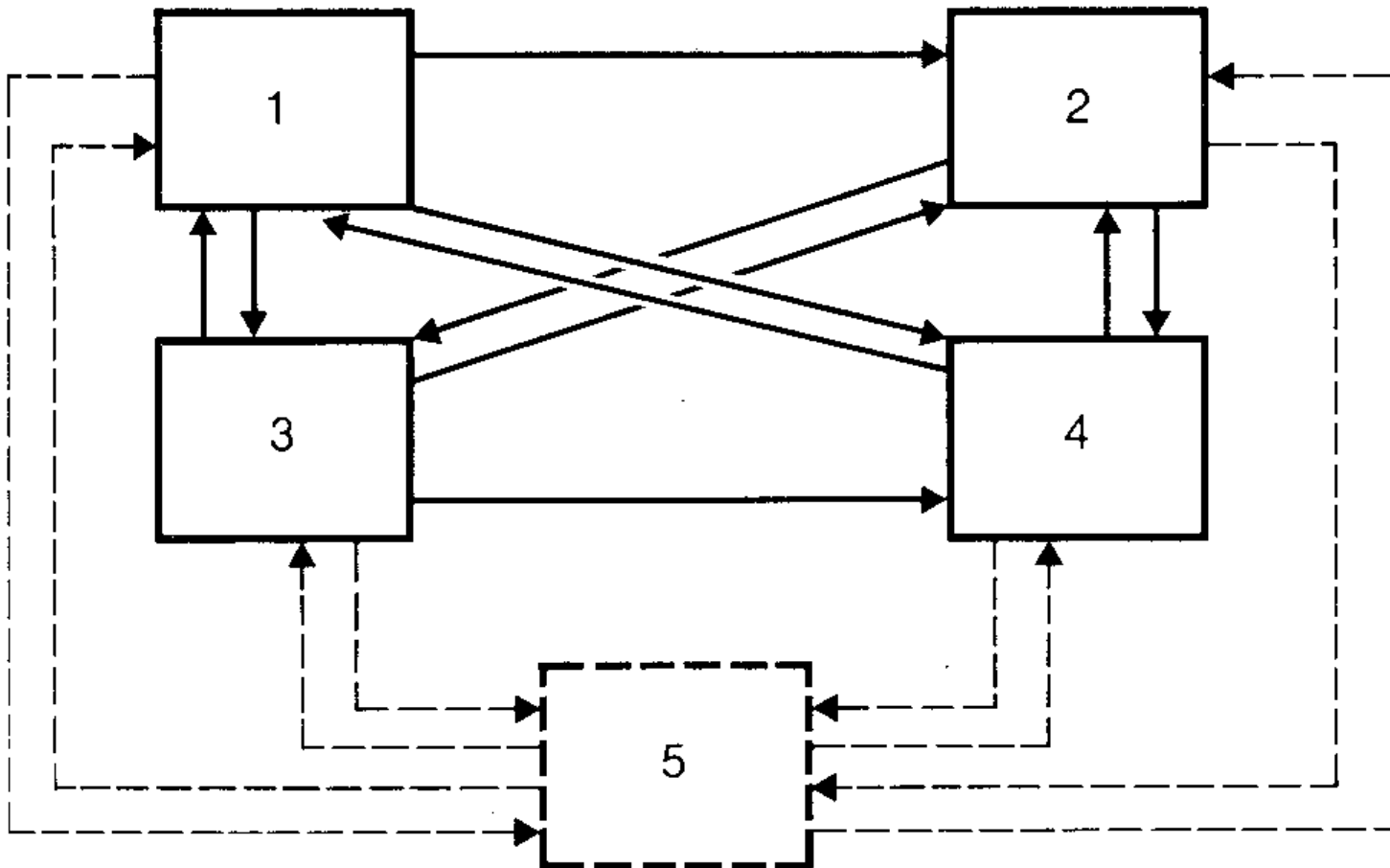
ARINC 429

- Definition: 1977/78
- Eigenschaften des Busses
 - ▶ Halbduplexverfahren – Wechselbetrieb
 - ▶ Unidirektional
 - ▶ Eine Datenquelle versorgt bis zu 20 Datensenenken
 - ▶ Datenrate: 12kbit/s; 14kbit/s; 100kbit/s
 - ▶ Bipolar RTZ Technik



ARINC 429

- Abb. 2-3: Schema einer ARINC 429 Anlage

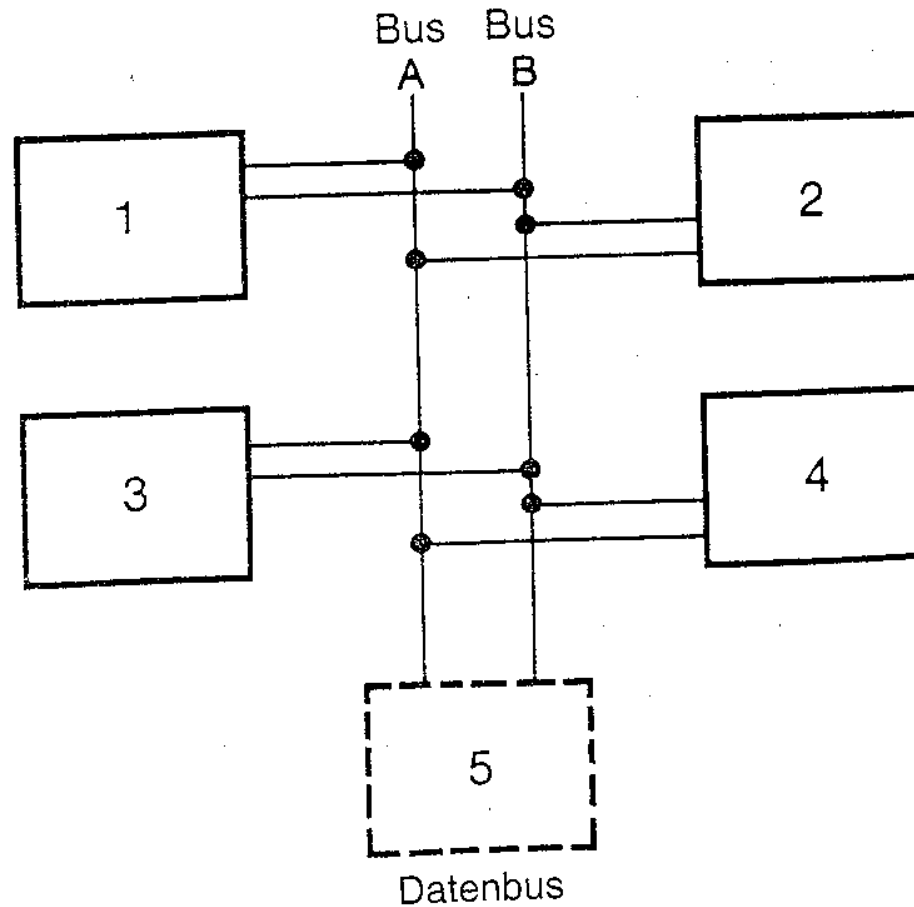


ARINC 629

- Definition: ca. 1988
- Eigenschaften des Busses
 - Mehrere Datenquellen zu mehreren Datensenken
 - Halbduplexverfahren
 - Bidirektional
 - Datenbus mit bis zu 131 Teilnehmern
 - Datenrate: bis zu 2Mbit/s
 - Bipolar Manchester Code

ARINC 629

- Abb. 2-4: Schema einer ARINC 629 Anlage

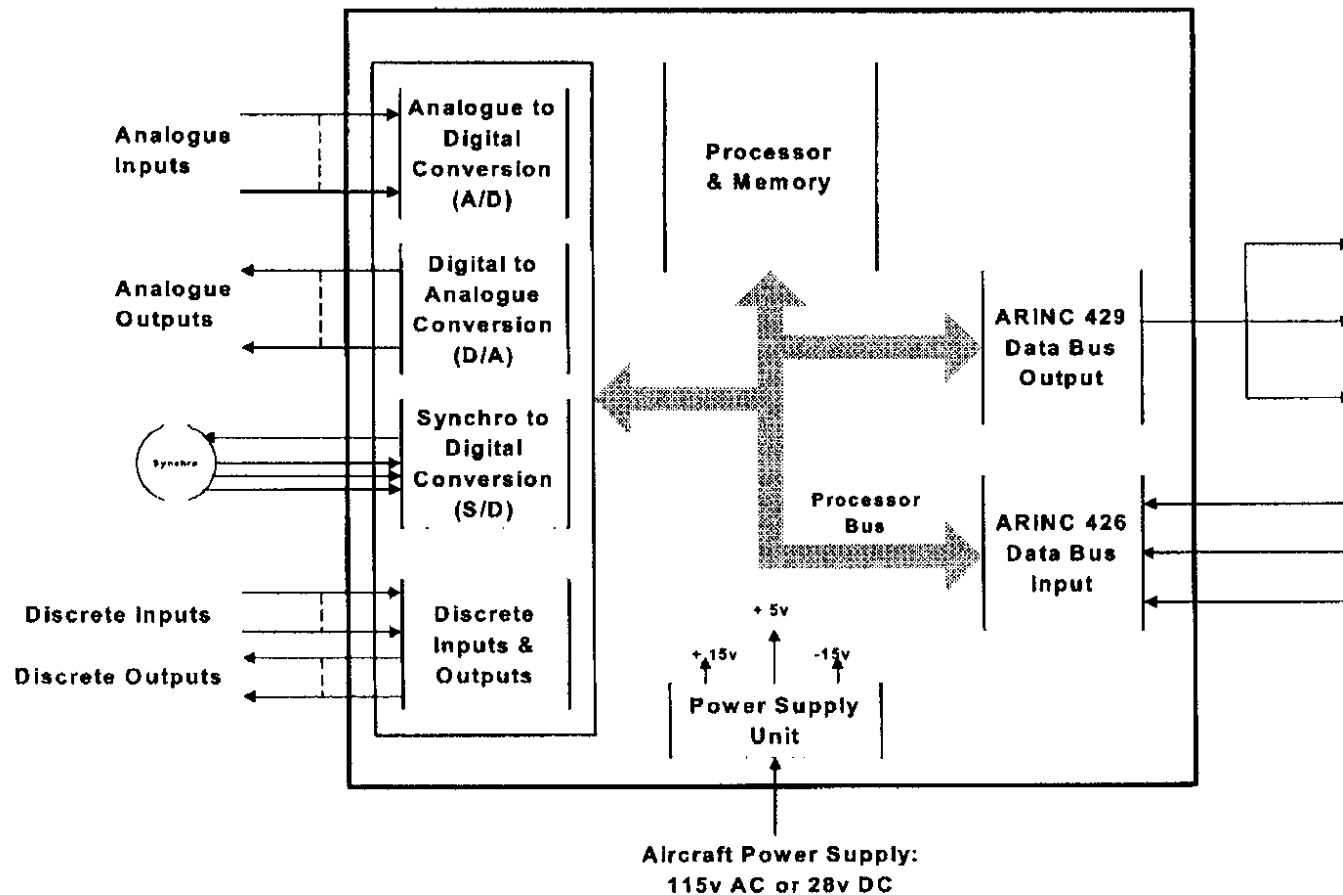


LRU

- Eine LRU (Line replaceable Unit) führt klar definierte Funktionen in einem System aus, z.B. der Systemcontroller
- LRUs wurden eingeführt, um einen einfachen Austausch von Funktionselementen vornehmen zu können, ohne zu große Systemeingriffe durchführen zu müssen
- Eine LRU besitzt ein eigenes Gehäuse
- Die Gehäuse werden von ARINC spezifiziert

LRU

- Abb. 2-5: Skizze einer typischen LRU Architektur

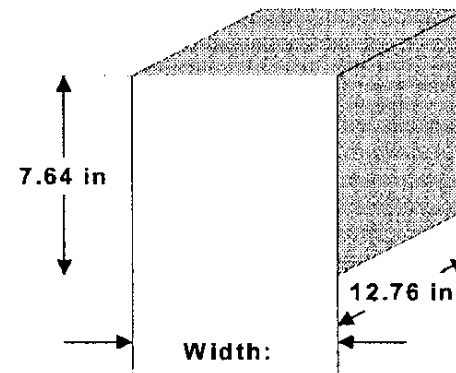
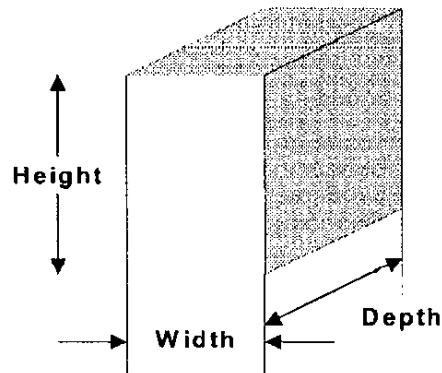


Gehäusenormung

- Der Ursprung geht auf die 30er Jahre zurück.
 - Air Transport Radio (ATR) Standard
- ARINC 11 definierte 3 Gehäusegrößen
 - $\frac{1}{2}$ ATR; 1ATR; $1\frac{1}{2}$ ATR
- Gehäuse hatte gleiche Höhe und Länge
- Unterschied lag in der Gehäusebreite
- Es gab zwei Gehäuselängen
 - Kurz: 12.5 inch $\approx$ 32cm
 - Lang: 19.5 inch $\approx$ 50cm
- Gleichzeitig wurden Stecker- und Pingrößen definiert

ARINC 600

- Die aktuelle Norm für Gerätegehäuse ist die ARINC 600
- Einführung der Normgröße MCU (Modular Concept Unit)
- 8MCU = 1ATR
- Abb. 2-11: Skizze MCU Maße



Depends upon LRU
Form Number

$$W = (N \times 1.3) - 0.32 \text{ in}$$

$$= 10.37 \text{ in for } N \text{ of } 8$$

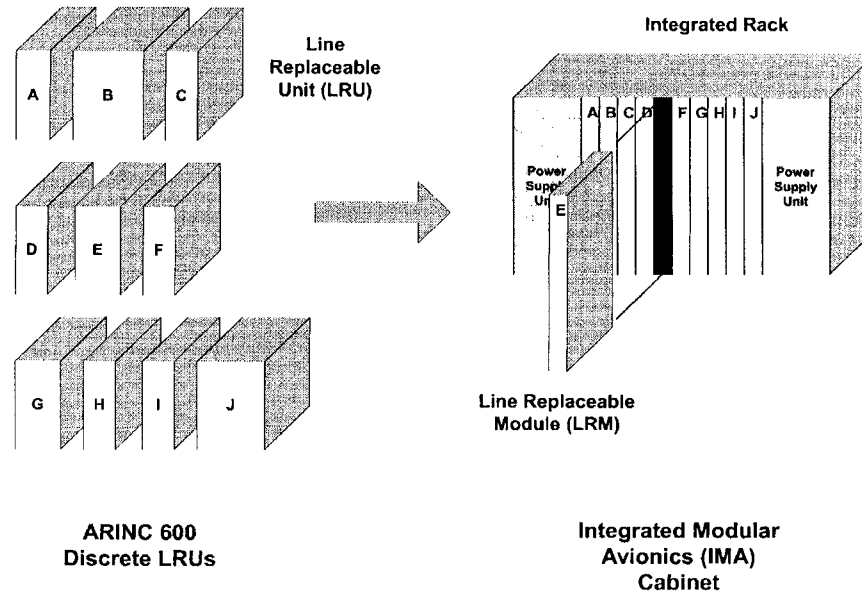
[8 MCU]

IMA

- Der IMA (Integrated Modular Avionics) Gedanke ist die konsequente Fortsetzung des Integrationsgedanken
- Mehrere LRUs werden in einem Kabinett zusammengefaßt
- Aus einer LRU wird ein LRM – Line Replaceable Module
- Anwendung: B777

IMA

- Abb. 2-6: Prinzip des IMA Kabinetts



- Vorteile

- ▶ Gewicht und Platzersparnis
- ▶ Effiziente Ausnutzung von Querschnittsbaugruppen, z.B. Spannungsversorgung
- ▶ Weitere Vereinheitlichung des Gerätedesigns
- ▶ Erhöhung der Zuverlässigkeit

- Nachteile

- ▶ Teurere Einzelgeräte
- ▶ Möglicherweise Prioritätsprobleme bei verschiedenen Herstellern in einem Modul
- ▶ Funktionsgrenzen verwischen
- ▶ Zulassungsproblem durch erschwerte Verfolgbarkeit der integrierten Funktionen
- ▶ Zuständigkeit bei der Systemintegration

Elektronikabteil

- Das Elektronikabteil (E-Kompartiment) ist die „elektrische“ Zentrale des Flugzeuges
- Im E-Kompartiment sind alle Controller installiert
- Beim Airbus ist es im Unterflurbereich unterhalb des Cockpits installiert



3 Elektromagnetische Umwelt

- Die Avionik/Kabinenelektronik ist einer elektromagnetischen Umwelt ausgesetzt, die folgende Ursachen haben kann:
- Elektrostatische Aufladung (ESD)
- Elektromagnetische Felder, hervorgerufen durch
 - Interne Quellen wie z.B. andere elektrische Ausrüstungen, PEDs
 - Externe Quellen wie z.B. Radio/Fernsehsender, Überwachungsradars
 - Blitzschlag

Elektromagnetische Umwelt

- Um in einer realen Umwelt störungsfrei funktionieren zu können, werden an Flugzeuggeräte spezielle Anforderungen gestellt, die in der Spezifikation festgelegt werden.
- Die Grundlage der Spezifikation ist die ABD0200.
- In der ABD sind spezielle Paragraphen enthalten, die sich mit ESD, EMV und Blitzschutz befassen.

4 CIDS

Das Airbus Kabinen Managment System:

Cabin Intercommunication Data System (CIDS)

A318

A330-200

A380

A319

A330-300

A320

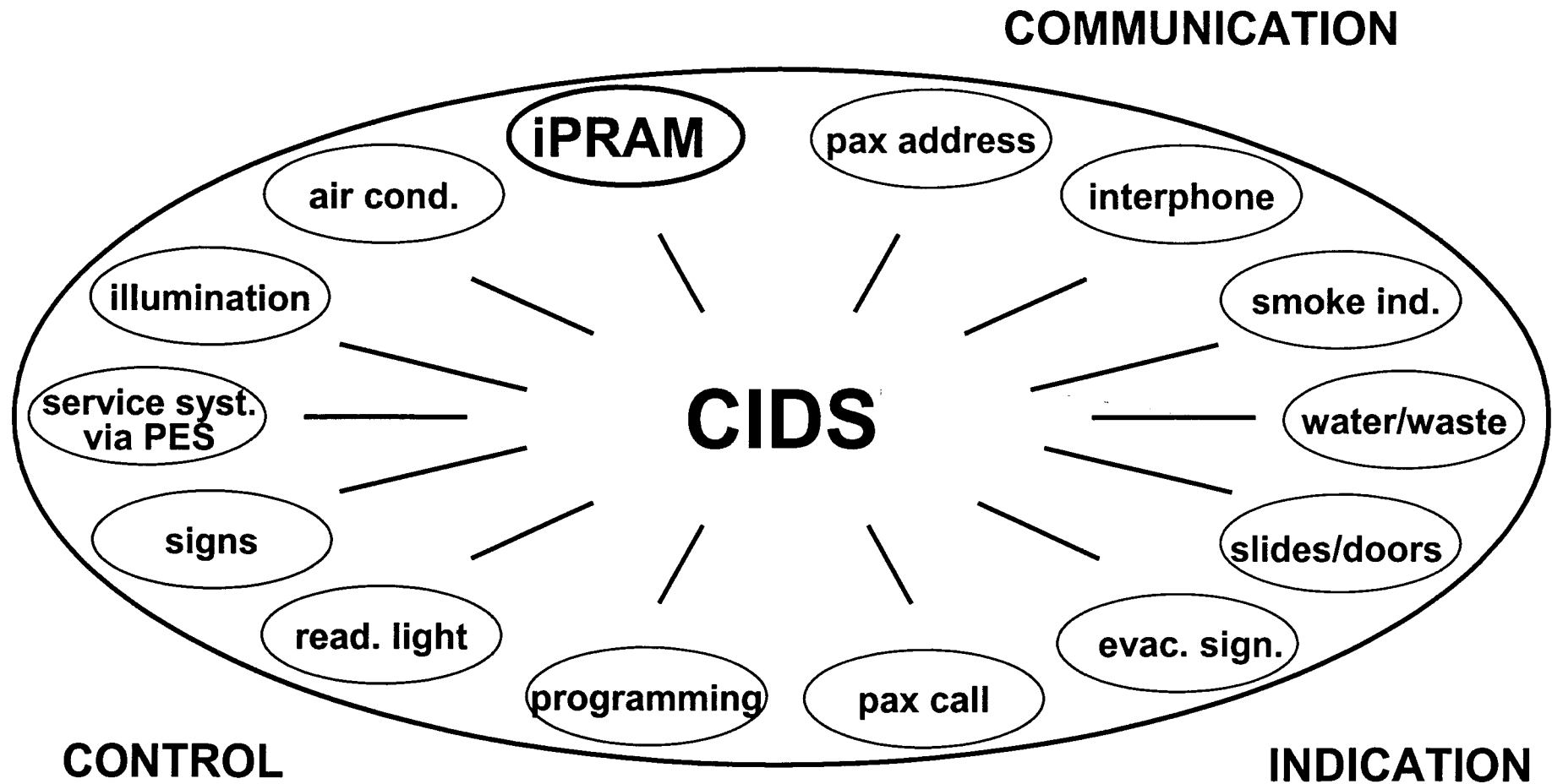
A340-300

A321

A340-500

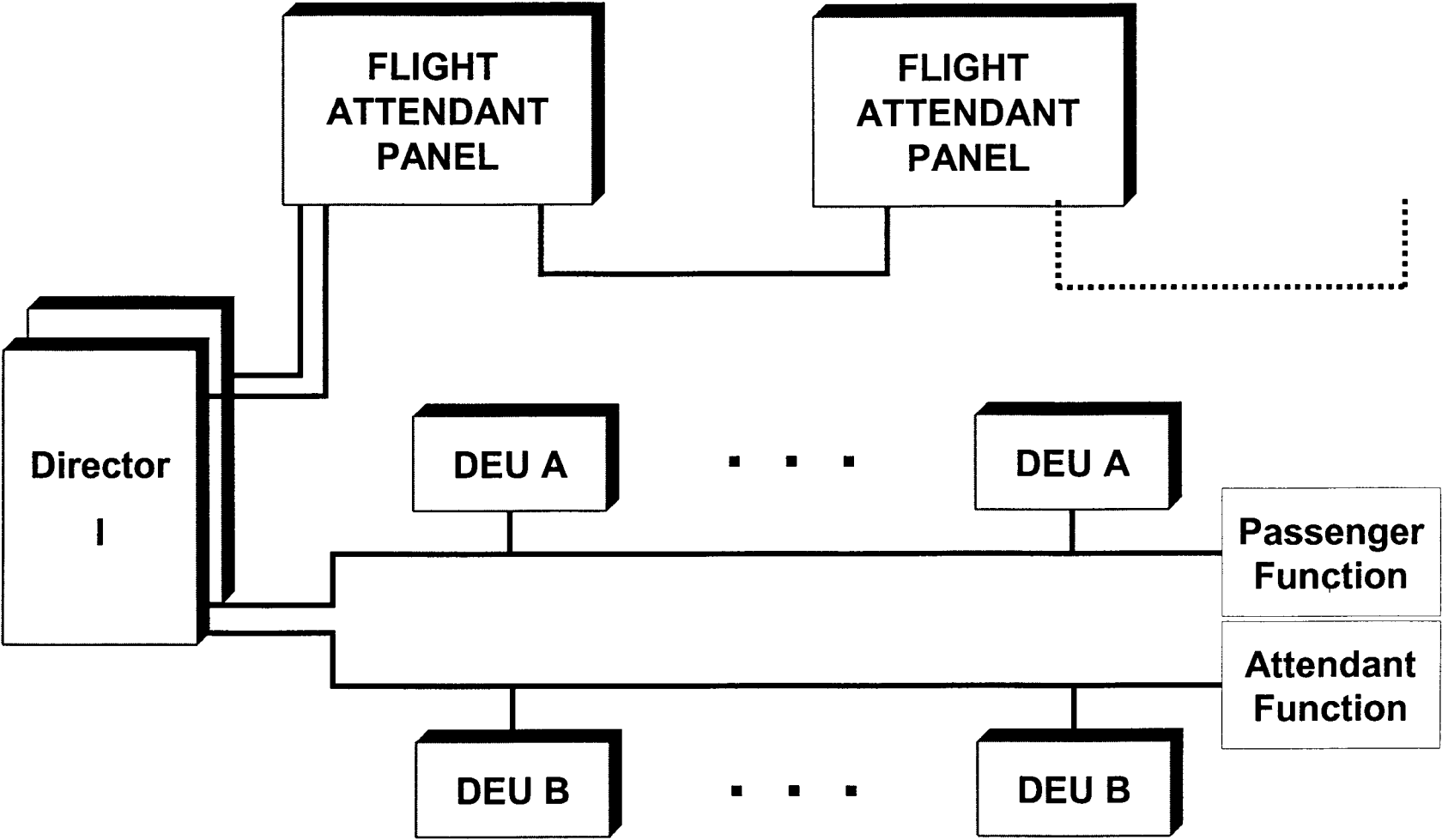
A340-600

CIDS



CIDS Funktionen

CIDS



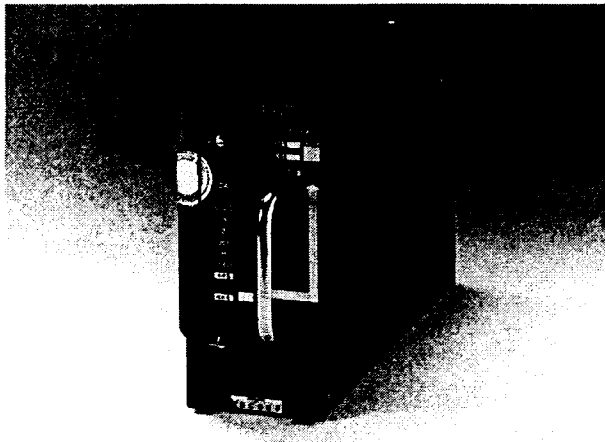
CIDS Blockdiagramm

CIDS

Kurzübersicht über die Geräte: CIDS Director

Der CIDS Director ist die Schnittstelle für

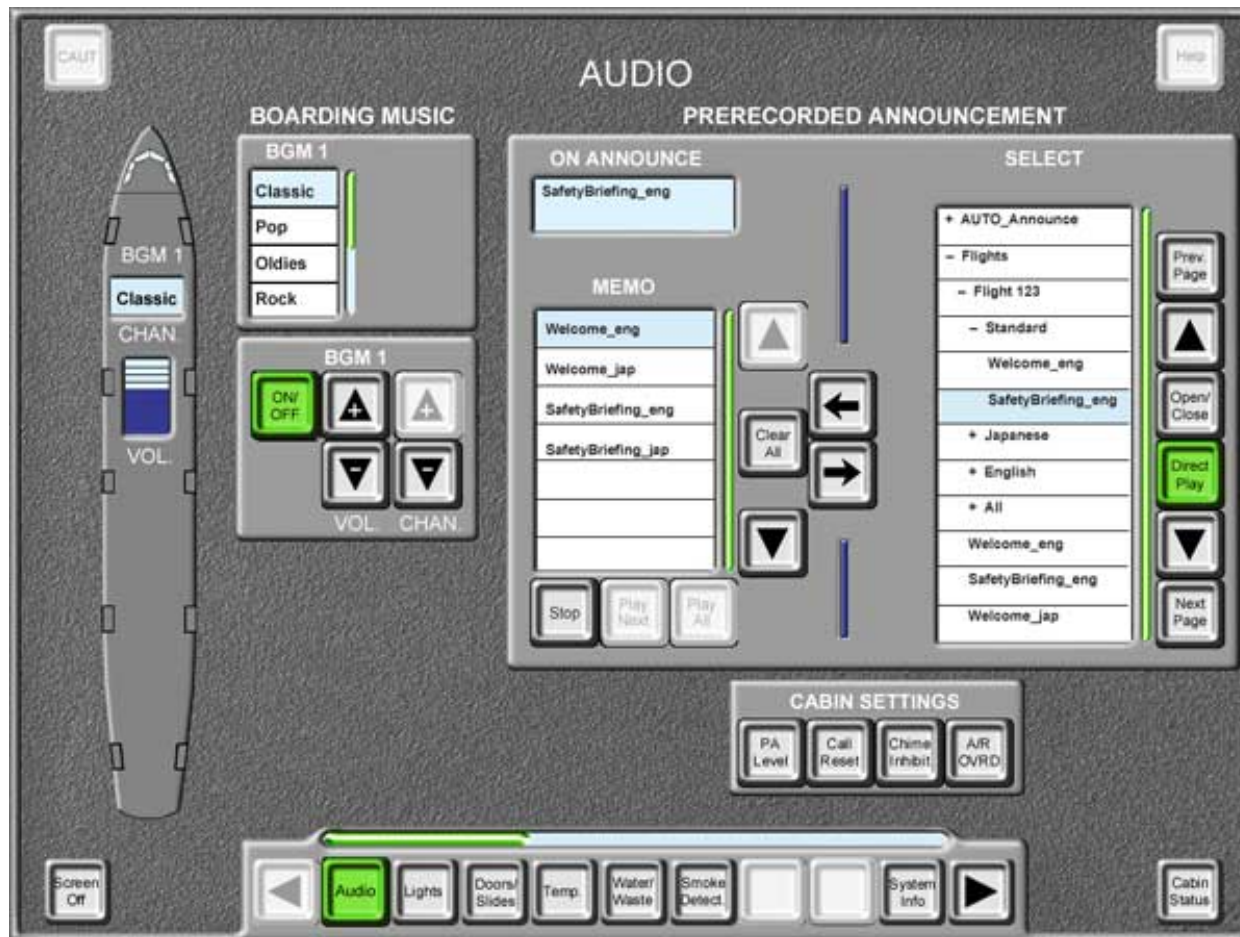
- Komponenten, Anzeigen und Schalter im Cockpit
- Andere Flugzeugsysteme
- die Decoder - Encoder Units über die CIDS Datenbusse
- Das Flight Attendant Panel



Der Anschluß erfolgt über diskrete Leitungen, Audioleitungen und Datenbusse.

CIDS

Forward Attendant Panel (FAP) mit Touch Screen



CIDS

Vorstellung der Geräte: CIDS FAP



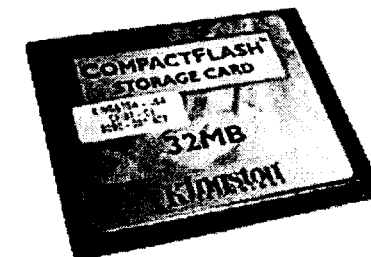
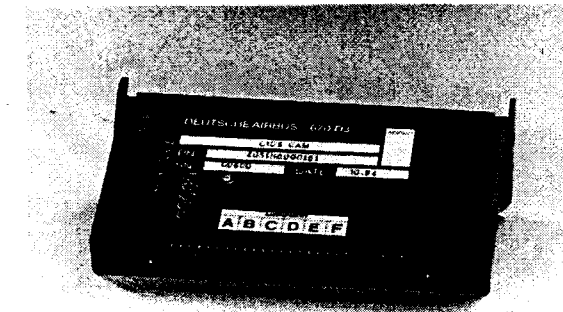
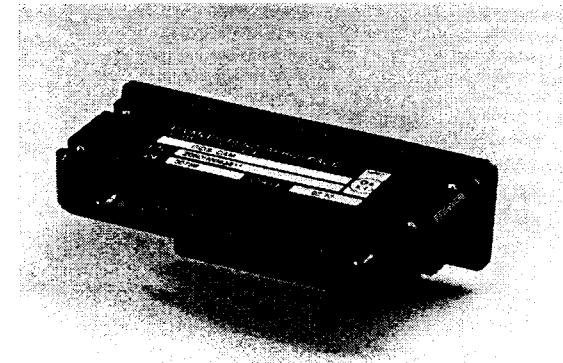
Funktionen:

- Kontrolle der Kabinensysteme aus der Kabine
- Anzeige des Kabinenstatus
- Durchführung von Programmierungen durch die Kabinen Crew

CIDS

Vorstellung der Geräte: CIDS CAM

Das Cabin Assignment Module enthält die kundenrelevanten Parameter, welche benötigt werden, dass CIDS an die Kundenwünsche und die Flugzeugumgebung anzupassen.

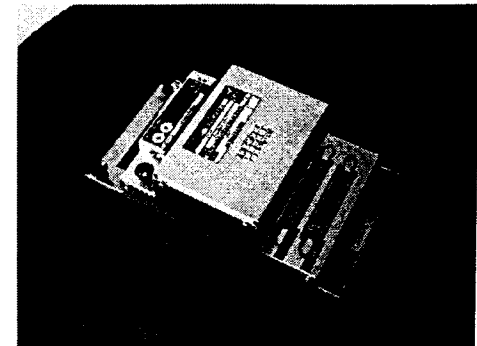
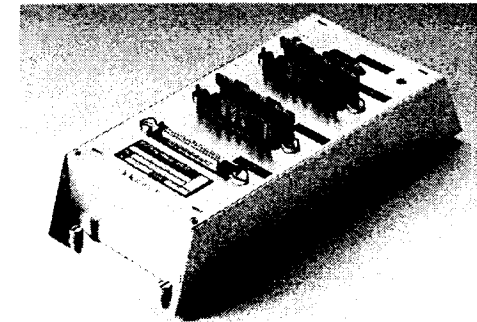
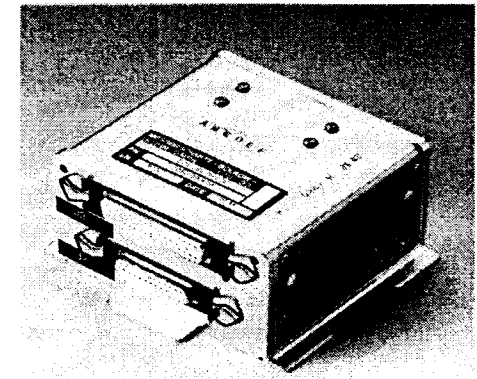


CIDS

Vorstellung der Geräte: DEU-A

Die DEU Type A ist die Schnittstelle zwischen dem CIDS Datenbus und den verschiedenen Passagier relevanten Systemen in der Kabine.

Die Informationen auf dem Datenbus werden von der DEU-A in Signale umgewandelt, welche in der Lage sind, Lampen bzw. Lautsprecher zu betreiben. In die andere Richtung wandelt die DEU-A die Signale von den Passagier relevanten Kabinensystemen in digitale Signale um, welche auf dem Datenbus an den CIDS Director geschickt werden.



CIDS

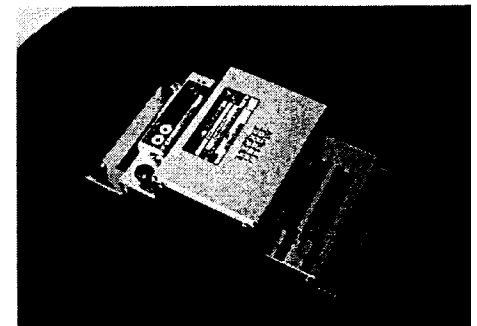
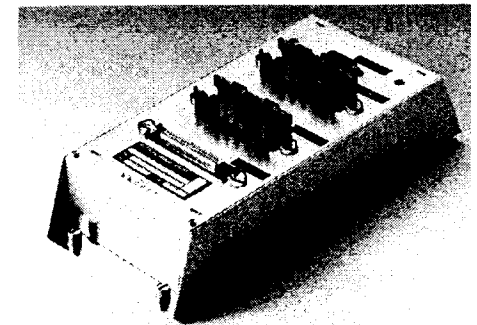
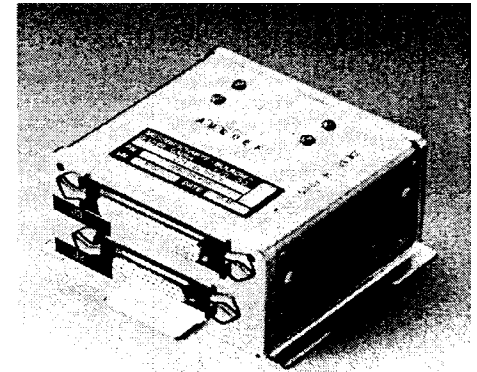
Vorstellung der Geräte:

DEU-A

Passagier relevante Systeme sind:

- Leuchtstofflampen der Kabinenbeleuchtung
- Leselampen
- Anschnall – und Nichtraucherzeichen
- Lautsprecher
- Sitzreihennummeranzeigen über den Passagiersitzen
- Pax Call Schalter und Anzeige über den Passagiersitzen

Auch die Passagier relevanten Systeme in den Toiletten (Pax Call Schalter und Anzeige, Lautsprecher, Return to Seat Zeichen) sind über DEU-A an das CIDS angeschlossen.

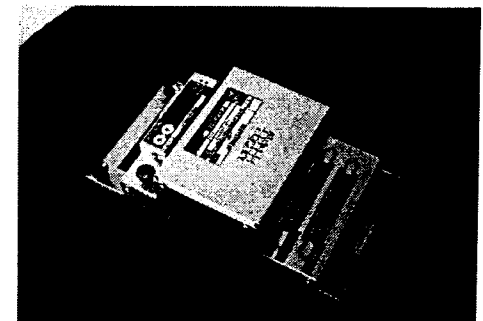
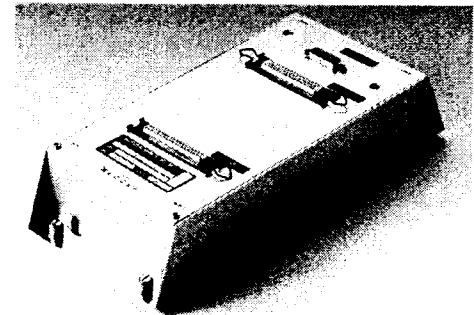
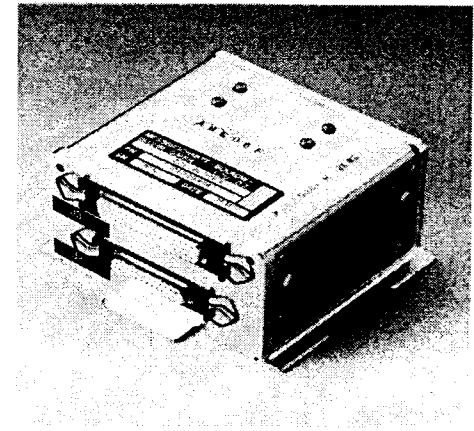


CIDS

Vorstellung der Geräte: DEU-B

Die DEU Type B ist die Schnittstelle zwischen dem CIDS Datenbus und den verschiedenen Flugbegleiter relevanten Systemen in der Kabine.

Die Informationen auf dem Datenbus werden von der DEU-B in Signale umgewandelt, welche in der Lage sind, Lampen, Lautsprecher und serielle Datenbusse zu betreiben. In die andere Richtung wandelt die DEU-B die Signale von den Flugbegleiter relevanten Kabinensystemen in digitale Signale um, welche auf dem Datenbus an den CIDS Director geschickt werden.

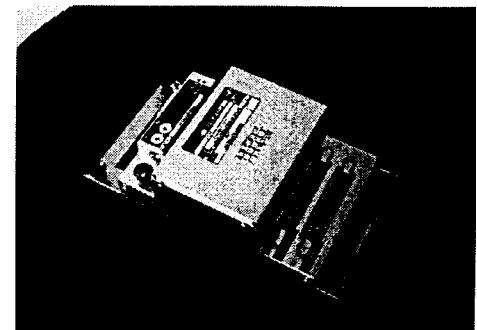
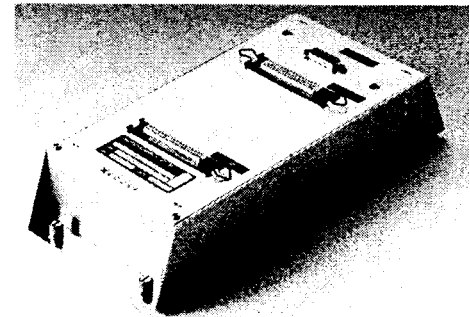
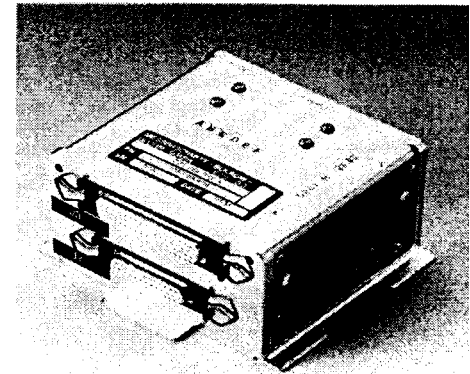


CIDS

Vorstellung der Geräte: DEU-B

Flugbegleiter relevante Systeme sind:

- Handsets
- Additional Attendant Panel (AAP)
- Attendant Indication Panel (AIP)
- Area Call Panel (ACP)
- Notrutschen und Tür Druckflaschen Sensoren
- Ice Protection Control Units (IPCU),
- Emergency Power Supply Units (EPSU),
- Autonomous Standby Power Supply Unit (ASPSU)
- Slide Release Power Supply Unit (SRPSU)



5 In-Seat Power Supply

SKY POWER provides individual power sources for notebook computers at the passenger seats and keeps Executives online and ready for business.



It consists of a Master Control Unit (MCU), various In-Seat Power Supplies, Outlet Units and harnesses.

It corresponds to the latest safety and certification standards and is compliant with ARINC standards.

Since the product launch of SKYpower 110 VAC in 1998 KID-Systeme signed contracts with 27 customers world-wide.



6) Personal Mobile Communications in Aircraft

Maximum comfort while flying



Make and receive calls on your mobile telephone, Internet surfing, send and receive e-mails, read the most updated news, connect your laptop to your company private network.

All communication possibilities in your normal life will be also feasible while travelling by plane. With the Wireless-Cabin project it will not be an illusion anymore.

"The use of mobile telephones during the flight is not allowed". We are all used to hear this sentence every time our flight is going to take off, but in a few years flight attendants will not announce this anymore. Nowadays aircraft are beyond one of the few still remaining boundaries which exist for personal communications, but once more, satellite communications will tear down this boundary. A satellite link can keep the connection between the on-board and the terrestrial network via a satellite antenna mounted on the top of the aircraft. And once you, as an aircraft passenger, know that can be on-line with the outside world, what would you like to do? Call your family to inform about a delay on your flight, check your e-mail before an important meeting. In a few words: act as you would do in your normal *terrestrial* life, without thinking on the limitations of being in a plane.

Benefits of the use of personal devices

Going even further and taking into account both, travellers' requirements and comfort and airlines' benefits, it would be desirable to provide the usage of personal devices (like mobile telephones, laptops or PDA), instead of in-built terminals on the aircraft seats. From the users' point of view, their service acceptance will be increased by the following facts: they can be reached under their usual telephone number, they may have available telephone numbers or other data stored in their cell phones or PDAs, their laptops have the software they are used to, the documents they need and with their personalised configuration (starting web site, bookmarks, address book). In addition, since users in an aircraft are people on the move, the electronic devices they carry with them are

wireless, so the cabin area has to be designed as a radio network, instead of installing plugs in the seats. From the airlines' point of view there is a huge saving of the investment related to the installation of terminals (screens, stations, wired telephones), together with software licenses (in case of PCs) and further investments due to hardware updating to offer always latest technology to their customers.

'WirelessCabin' project

WirelessCabin, a research project coordinated by the Institute of Communications and Navigation, started in July 2002 with the objective to realise the use of mobile telephone and the wireless connection of laptops to Internet during the flight. The *WirelessCabin* project is being carried out by an European team of engineers with experience in all R&D areas

relevant to achieve this ambitious goals. The companies involved are: Airbus Germany (aircraft manufacturer), Siemens Austria and Ericsson Italy (both from the network and mobile communications industry), Inmarsat from UK (satellite operator), the German cabin integrator KID-Systeme, the University of Bradford (UK) and the technology consulting companies ESYs (UK) and TriaGno-Sys (Germany). Within the project duration of 30 months the consortium will investigate how the link between the flying network and the terrestrial networks can be set up via satellite. Besides communication issues also interference of passengers' personal electronic equipment with avionics systems will be examined.

Supported by a market survey with interviews to passengers and airlines, the development of the *Wireless-Cabin* project will derive a business model for aeronautical services. For this, the relations between the different players in the value chain will be studied (airlines, satellite operators, and service, content and aircom providers).

Offered services

The wireless access standards chosen for the cellular on-board network (depicted in the picture below) are UMTS, IEEE 802.11b (Wireless LAN) and Bluetooth: UMTS for personal telephony and packet data, Bluetooth and WLAN for IP access. Furthermore the final network architecture will be open to any other emerging standard.

As seen in the picture below, the wireless access solution is an added

service for passengers, not replacing IP services through fixed terminals installed in the cabin seats.

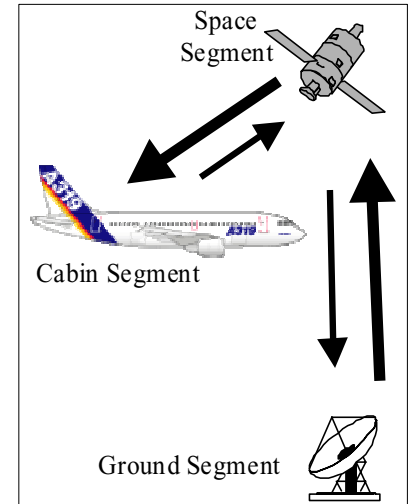
Research areas

The activities within the project can be divided into four technical aspects covering the three segments of the overall system (cabin, space and ground segments). These aspects are: protocol development, propagation and interference study, topology and capacity planning implementation in a final demonstrator.

The three protocol access methods must be integrated through a service integrator, allowing the separation and transportation of the services over a single (or several) satellite bearer(s). New protocol concepts have to be developed to support the integrated services with asymmetrical bit rate on satellite up- and down-link and dynamic bandwidth sharing among the services depending on the traffic demand. The signalling protocols of UMTS with respect to the longer propagation delay over the satellite link must be analysed, and an adaptation layer protocol to cope with these delay effects will be defined.

Handovers between different satellites and between spot beams of a single satellite have to be studied in order to keep the connectivity when the plane crosses different coverage areas.

Considering propagation aspects, a wideband indoor cabin channel model will be proposed based on the



statistics derived from measurements performed in an Airbus A340 and in an A380 mock-up. The different types of interference will be analysed and countermeasures will be developed. Also electromagnetic compatibility (EMC) analysis to achieve further certification will be considered. Based on these studies a coverage and topology planning will be done and optimal topology network configurations for different aircraft types and frequency re-use will be recommended, determining cell sizes depending on expected traffic.

In-flight demonstration

Finally a service integrator prototype will be developed and with the use of available commercial aircraft antenna, an in-flight demo will be performed by the end of 2004 in a commercial long-haul aircraft accessing the backbone terrestrial networks through a GEO satellite link.

Contact:

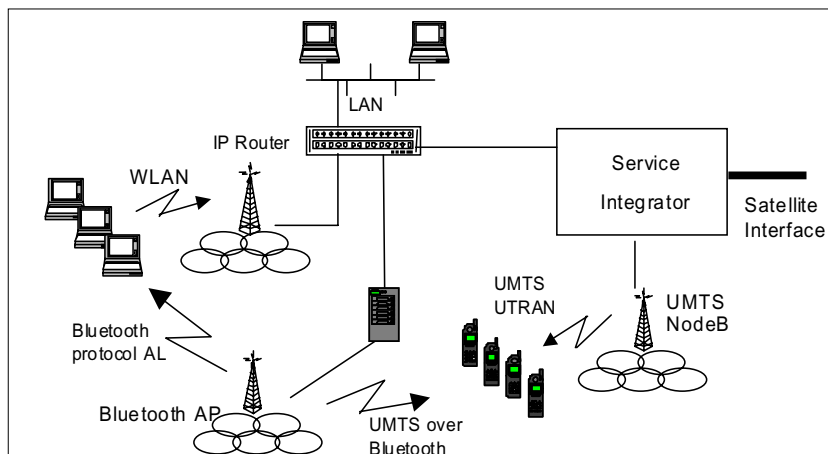
**WirelessCabin
Development and Demonstrator of
Wireless Access for Multimedia
Services in Aircraft Cabins**

Project Co-ordinator:

DLR, Institute of Communications
and Navigation

Axel.Jahn@dlr.de

<http://www.wirelesscabin.com>



On-board network architecture