



# SAA0167

## Princípios de Aviônica e Navegação

Arquitetura Aviônica

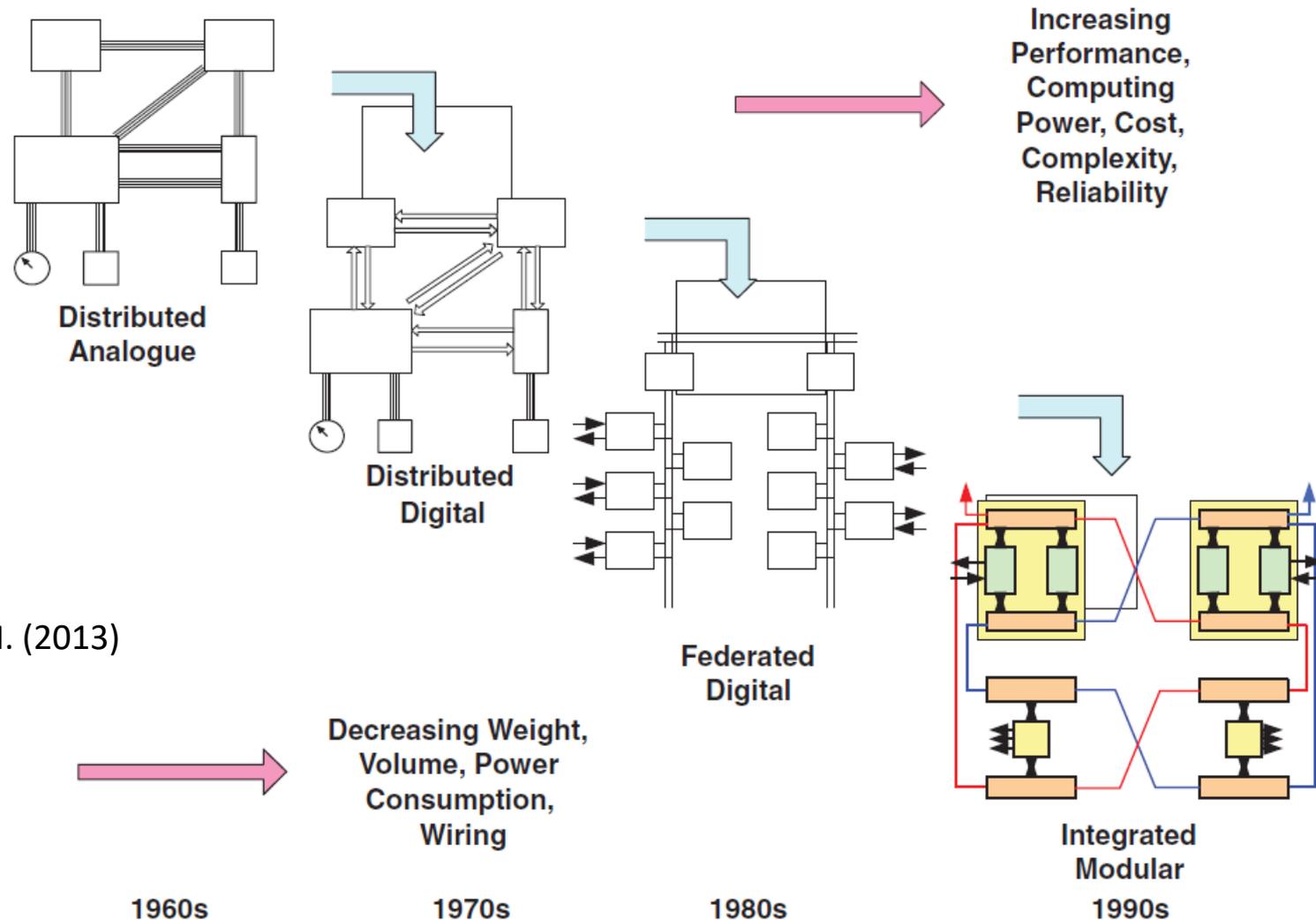
Prof. Dr. Jorge Henrique Bidinotto  
jhbidi@sc.usp.br

- Evolução
- Domínio do Sistema Aviônico
- Exemplos de Sistemas Aviônicos

- Evolução
- Domínio do Sistema Aviônico
- Exemplos de Sistemas Aviônicos

- Ao longo dos anos, a aviônica se desenvolveu sensivelmente, numa velocidade muito maior do que as próprias aeronaves
- Esse progresso aconteceu devido a uma necessidade de sistemas mais modernos com o aumento da malha aérea, mudanças no sistemas de navegação e desenvolvimento dos sistemas das aeronaves, com maior taxa de aquisição e maior precisão
- Tal desenvolvimento só foi possível devido ao aumento da tecnologia, o surgimento da tecnologia digital e a evolução na troca de dados com o advento da internet

- Esquemáticamente, a evolução é representada como:

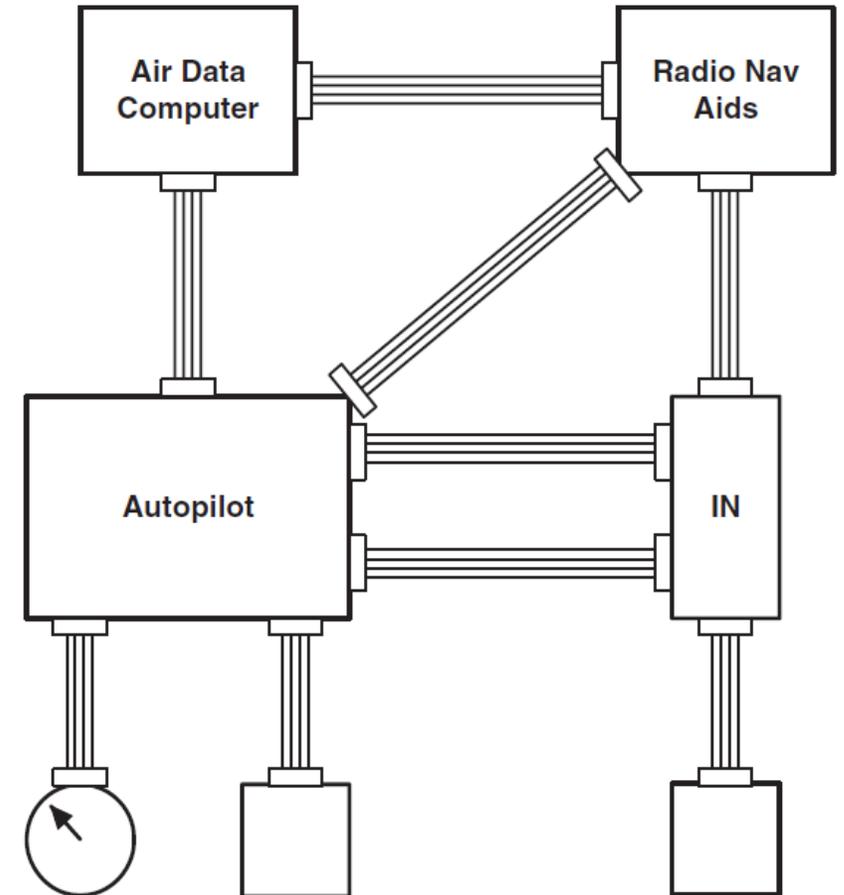


FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Arquitetura Analógica Distribuída**

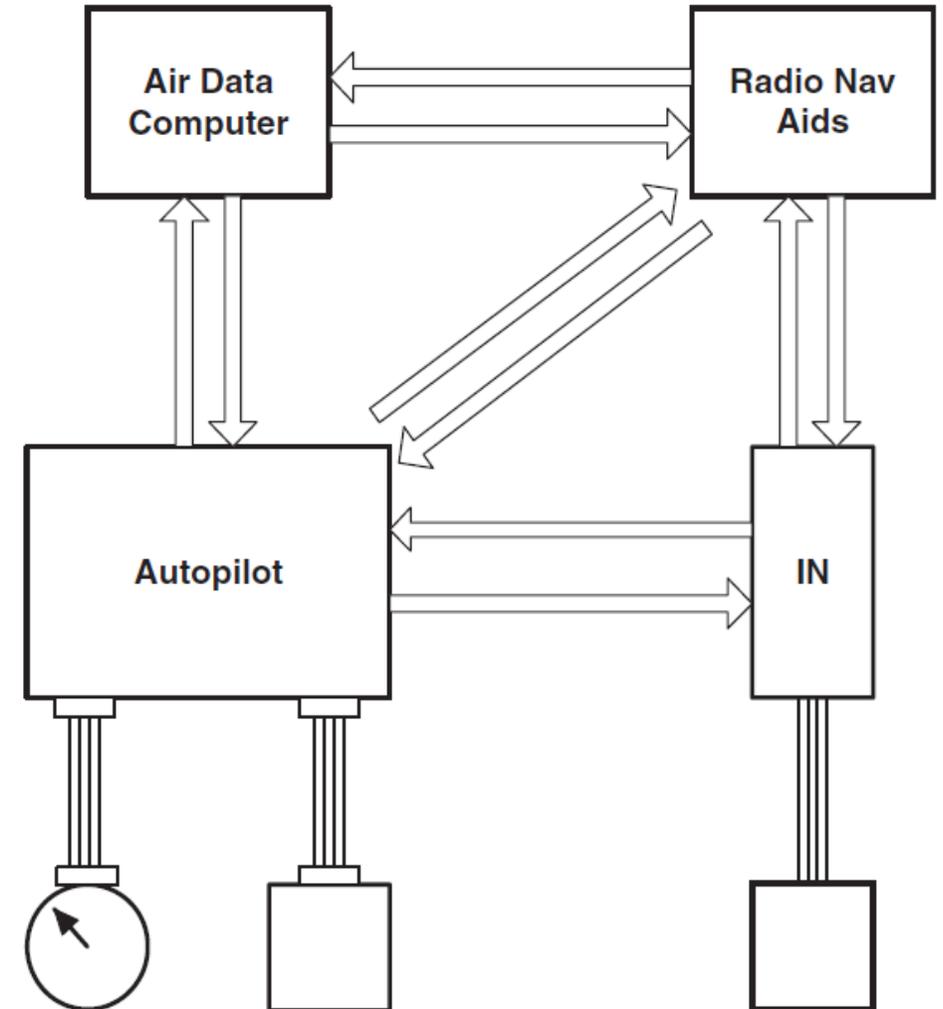
- Usual em aeronaves dos anos 50 e 60. Está caindo em desuso mas ainda é, de longe, o sistema mais comum
- Conjunto de soluções pontuais distribuídas, desenvolvidas e certificadas separadamente
- As diversas partes do sistema são interconectadas por cabeamento rígido, resultando em uma grande quantidade de fios
- Sistema de difícil manutenção
- Cada sistema tem controles e displays dedicados

- **Arquitetura Analógica Distribuída**
- Instrumentos eletromecânicos
- Não apresentam a mesma precisão e nem estabilidade dos sistemas digitais
- Exemplos de aeronaves: Boeing 707, BAC 1-11, DC-9, Boeing 737, diversas aeronaves militares, etc.



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Arquitetura Digital Distribuída**
- Foi possível graças ao desenvolvimento da computação digital, com computadores mais leves, rápidos e confiáveis
- Cada unidade (as mais importantes) da aeronave possui seu próprio computador interno, orientados por tarefas



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Arquitetura Digital Distribuída**

- O surgimento deste tipo de arquitetura veio em paralelo ao advento dos barramentos digitais, que poderiam fazer a unidade de todos os sistemas. O ARINC 429 foi a maior evolução no mundo da aviônica até hoje

- Cada barramento ARINC 429 permite 20 unidades (LRUs), que seriam sistemas com seus próprios computadores internos

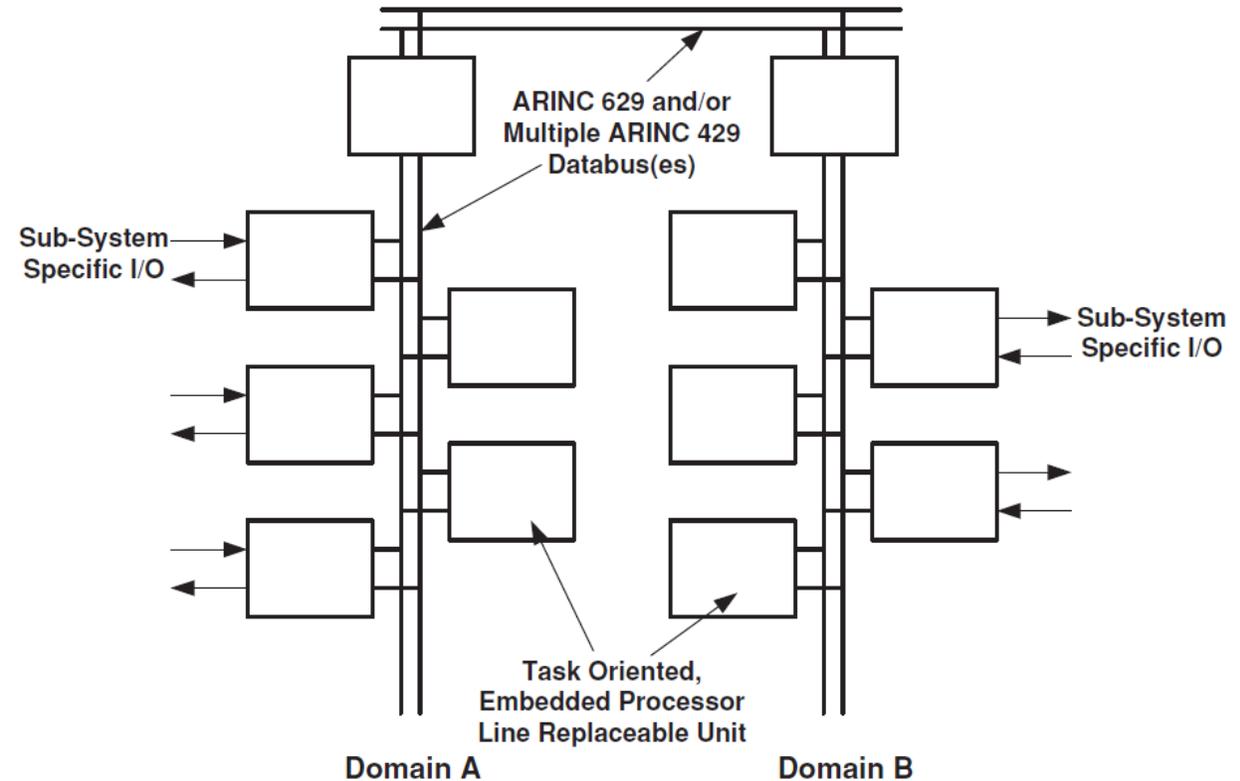
- Tais computadores seriam interligados com cabeamento rígido, diminuindo a complexidade, o preço e o peso dos sistemas com relação à arquitetura analógica

- **Arquitetura Digital Federada**
- Arranjo aviônico onde os sistemas são todos correlacionados e dependentes entre si
- Os sistemas são agrupados em áreas correlatas e todas as áreas são conectadas em um nível mais elevado da 'árvore'
- Arquitetura desenvolvida inicialmente para sistemas militares e ainda muito utilizada
- Sistema que trabalha com a filosofia 'pergunta:resposta', com um controle do barramento comandando a troca de informações

- **Arquitetura Digital Federada**

- Essa arquitetura é utilizada nos barramentos MIL-STD-1553B (aeronaves militares) e no ARINC 629 (utilizado apenas no B777)

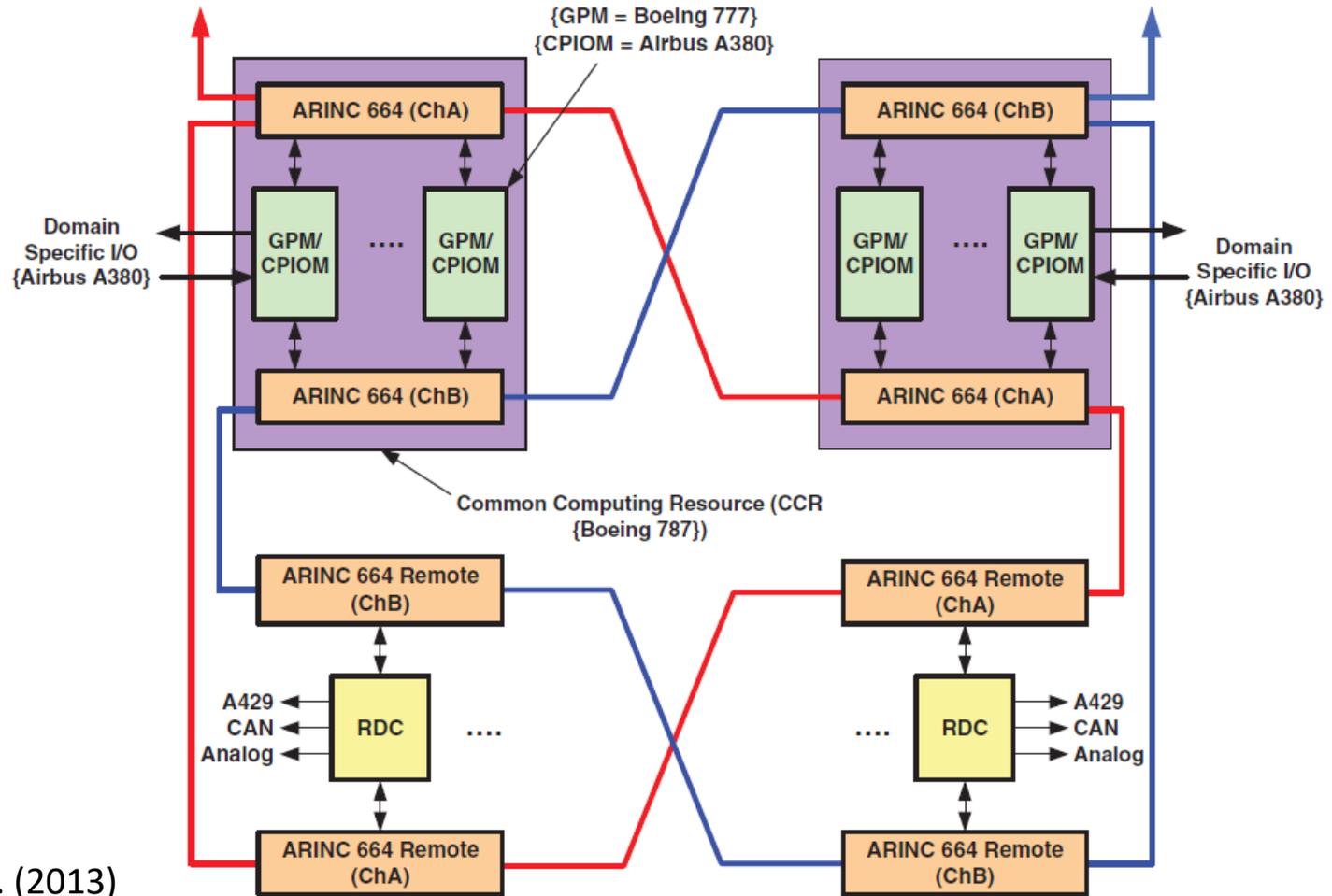
- Pode ser utilizada unindo um conjunto de barramentos ARINC 429



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Aviônica Modular Integrada (IMA)**
- Leva em conta os avanços da tecnologia, o advento dos microprocessadores, circuitos integrados e tecnologia de redes
- Permite a integração de diversos sistemas em rede
- Permite rápida troca de informações entre as diversas LRUs, dispostas em placas, em um mesmo hardware, nascendo o conceito de LRM (Linear Repleceable Module)
- Essa troca de informações é gerenciada por um processador central

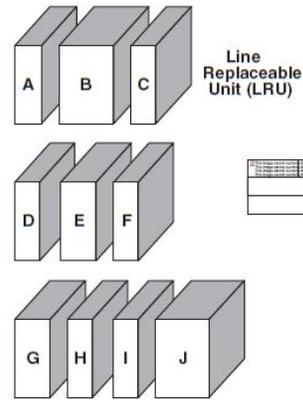
## •Aviônica Modular Integrada (IMA)



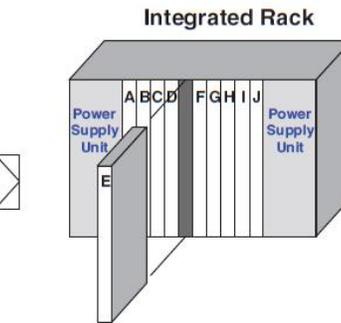
FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

## •Aviônica Modular Integrada (IMA)

What used to take a whole box to do can now be done on a card

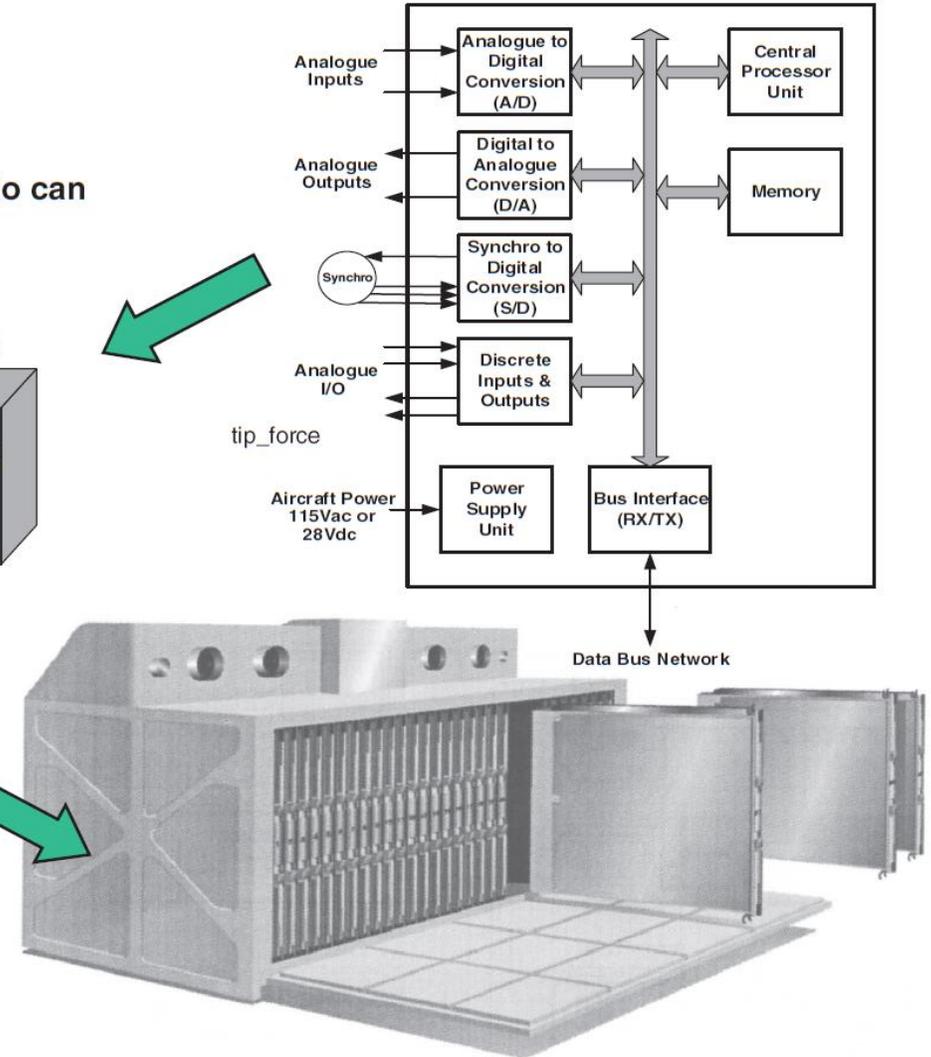


ARINC 600 Discrete LRUs



Line Replaceable Module (LRM)

Integrated Modular Avionics (IMA) Cabinet



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Aviônica Modular Integrada (IMA)**
- Utiliza barramento ARINC 664 Part 7
- Primeira aeronave a utilizar essa arquitetura: Airbus A380
- Hoje em dia utilizada também pelo Boeing 787
- Surge o conceito de Aviônica Modular Integrada Digital (DIMA)

- Evolução em displays
- Outra grande revolução aconteceu nos displays que digitalmente, surgiram como telas de tubo de raios catódicos, passaram para telas em LCD e hoje estão migrando para telas touchscreen



FONTE: virtualairlines.hu



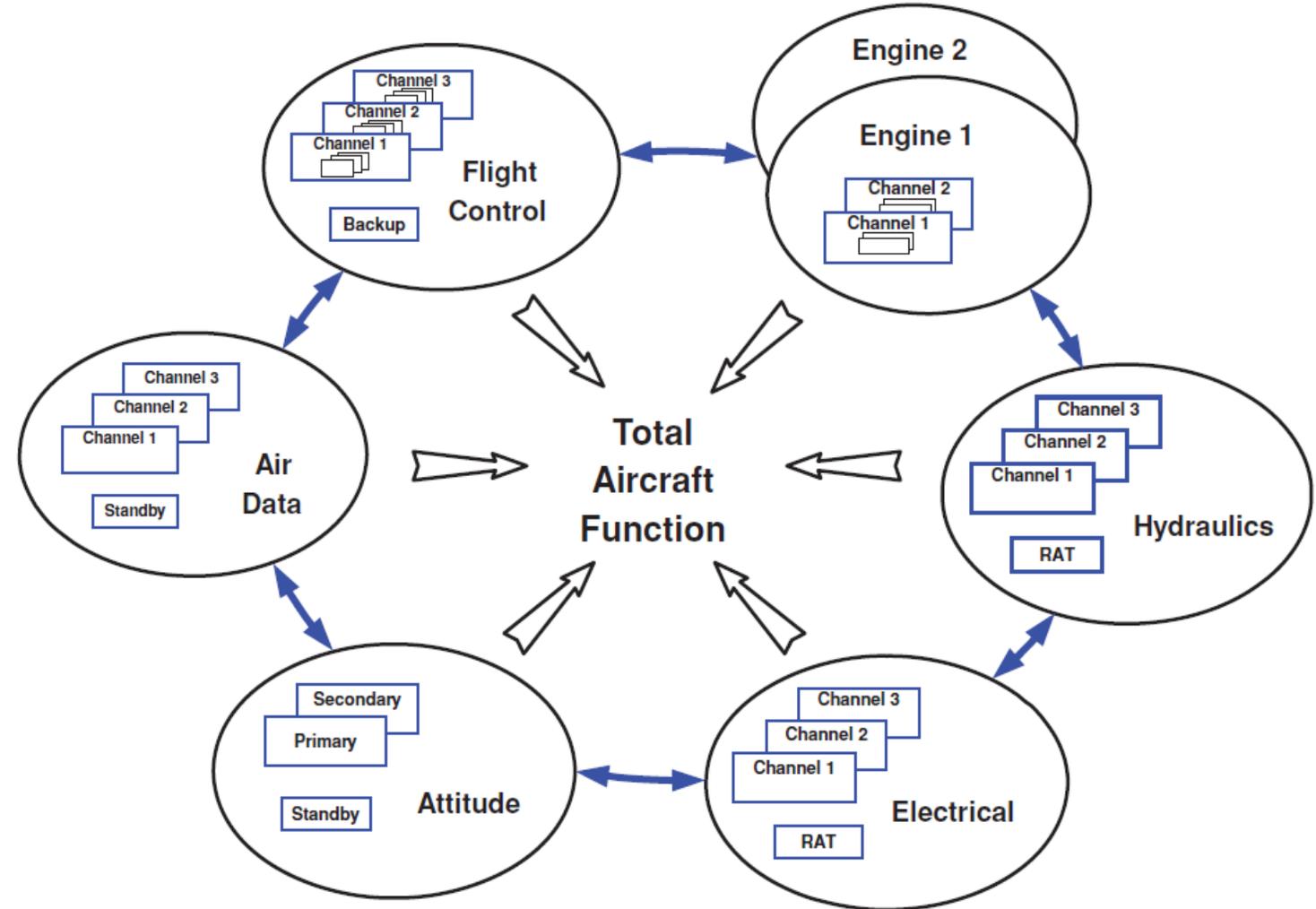
FONTE: nexga.com



FONTE: dynonavionics.com

- Evolução
- Domínio do Sistema Aviônico
- Exemplos de Sistemas Aviônicos

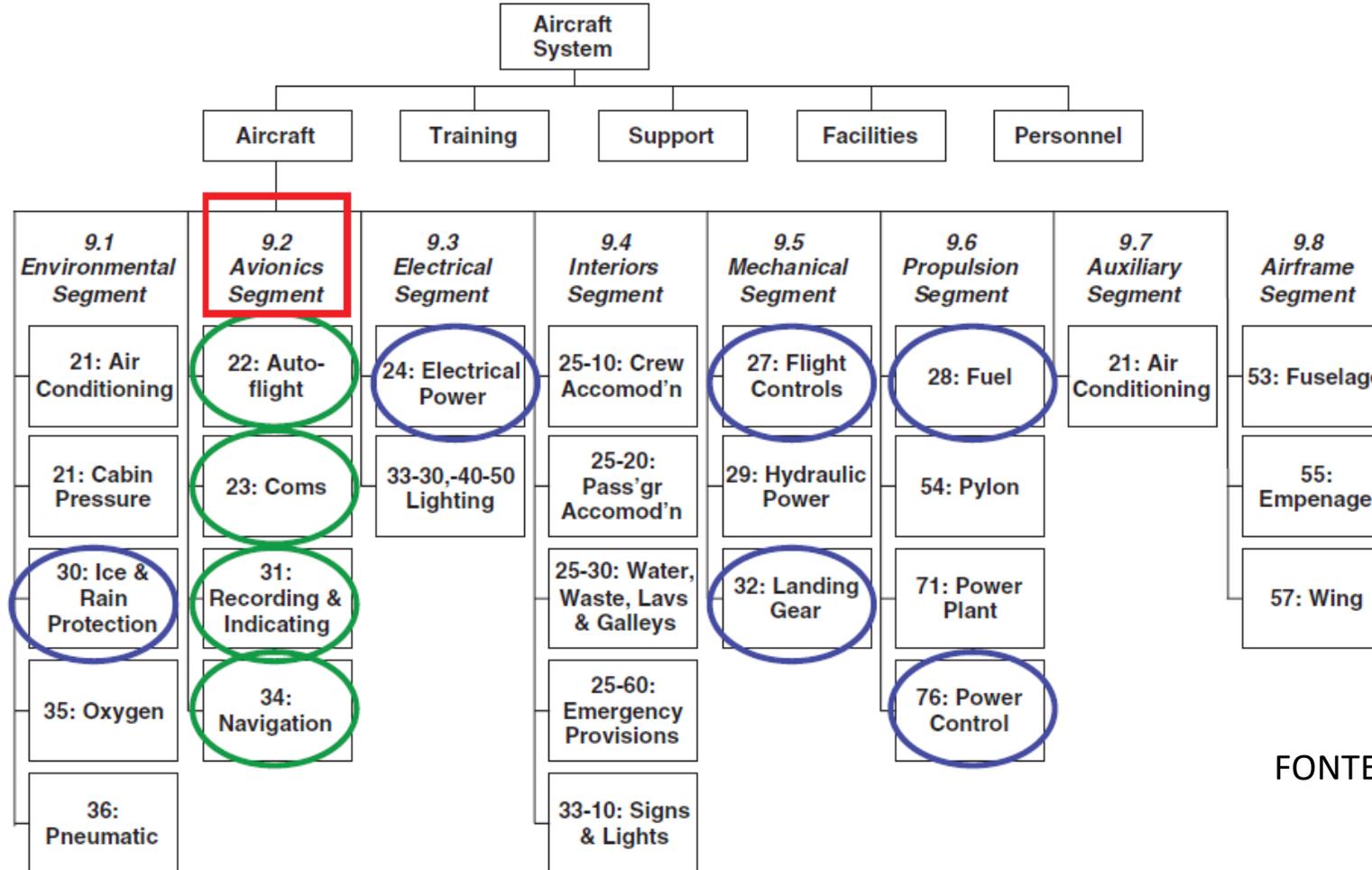
- Hoje em dia, as aeronaves estão cada vez mais automatizadas
- Com isso, pode-se dizer que as aeronaves atuais são um “sistema de sistemas”, que interagem entre si para melhor funcionamento do conjunto



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- Desde os primórdios da aviação, as aeronaves são divididas em sistemas, cuja representação se dá por norma da Air Transport Association (ATA)
- Dessa forma, cada sistema se enquadra em um capítulo da ATA. Exemplos:
  - ATA 21 – Ar condicionado
  - ATA 57 – Asas
  - ATA 28 – Sistema de Combustível
  - Etc.
- Inicialmente, algumas ATAs foram classificadas como de interesse em aviônica, compondo um segmento (em verde)

- Com o aumento do número e necessidade de sistemas, as ATAs de interesse dos sistemas aviônicos aumentaram para além de seu segmento inicial (em azul)



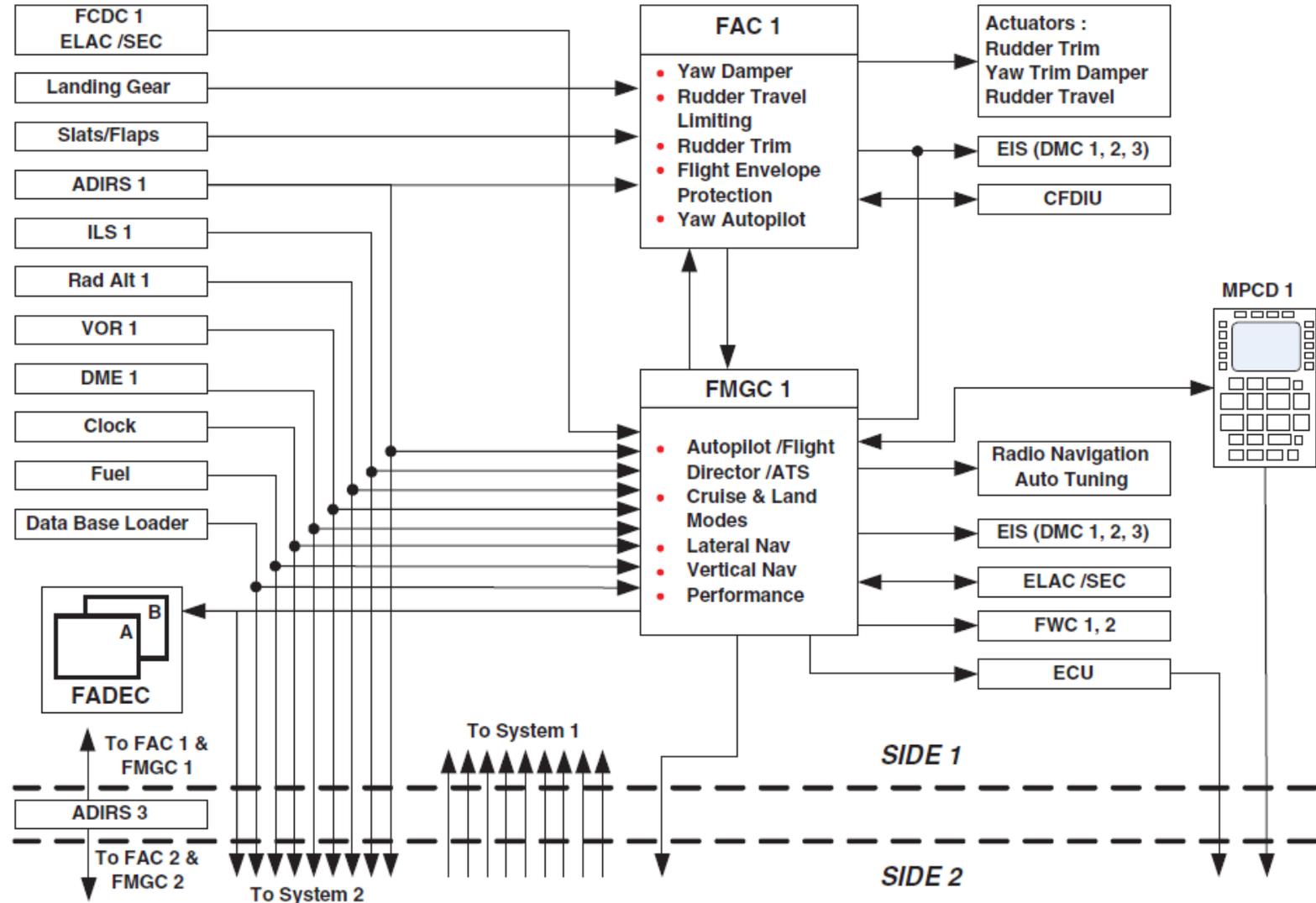
FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- Evolução
- Domínio do Sistema Aviônico
- Exemplos de Sistemas Aviônicos

- Serão apresentados aqui alguns exemplos de sistemas aviônicos de aeronaves reais, ressaltando as diferenças entre eles, seus barramentos e sua filosofia de troca de informações

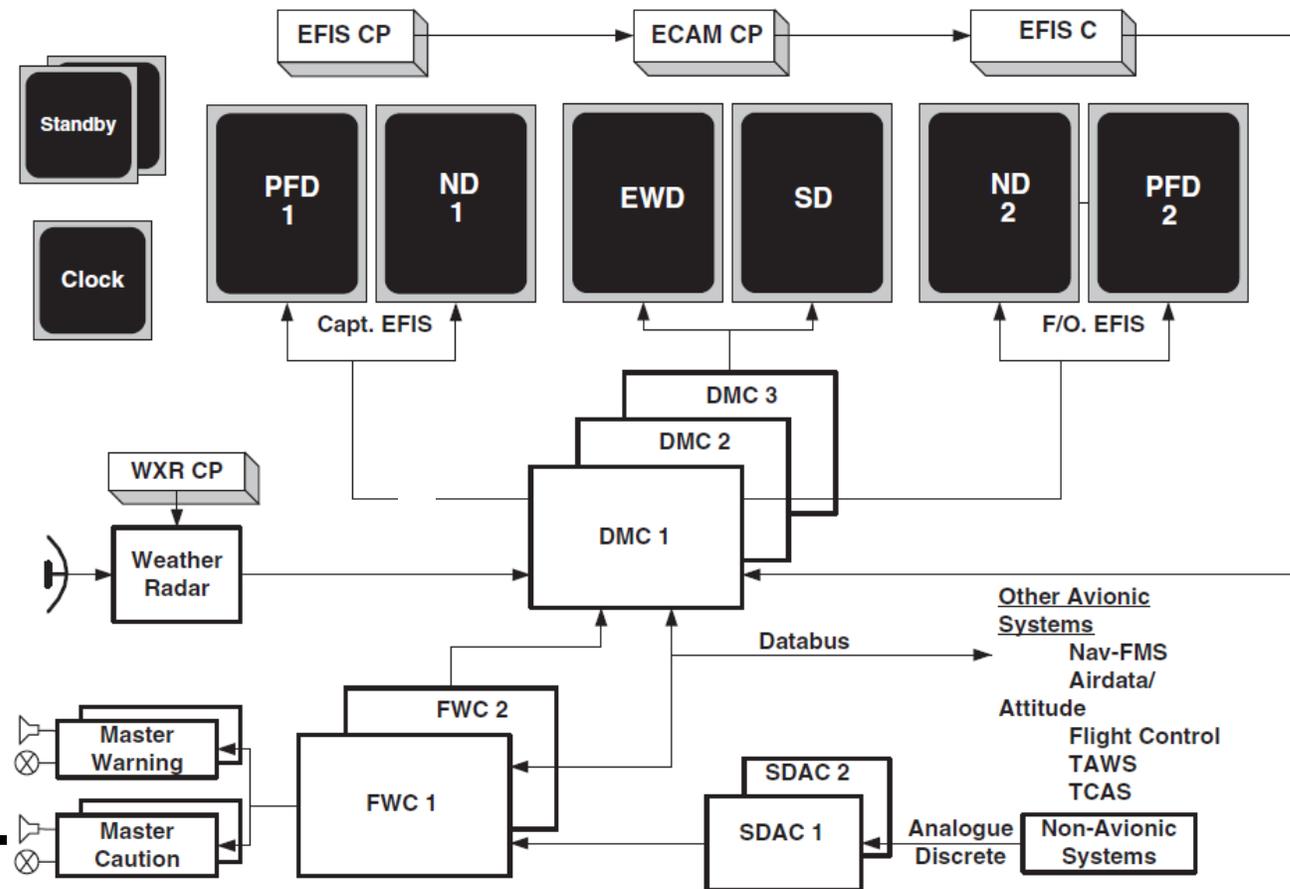
- **Airbus A320**
- Tecnologia desenvolvida nos anos 1980
- Toda baseada em barramentos ARINC 429
- Vale lembrar que é uma das primeiras aeronaves civis totalmente fly-by-wire
- A figura a seguir apresenta um diagrama simplificado de um dos lados dessa arquitetura, sendo que o outro lado tem os mesmos componentes replicados, para redundância

## •Airbus A320



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Boeing 777**
- O Boeing 777 foi uma transição nos sistemas aviônicos
- Disposição dos displays desta aeronave:

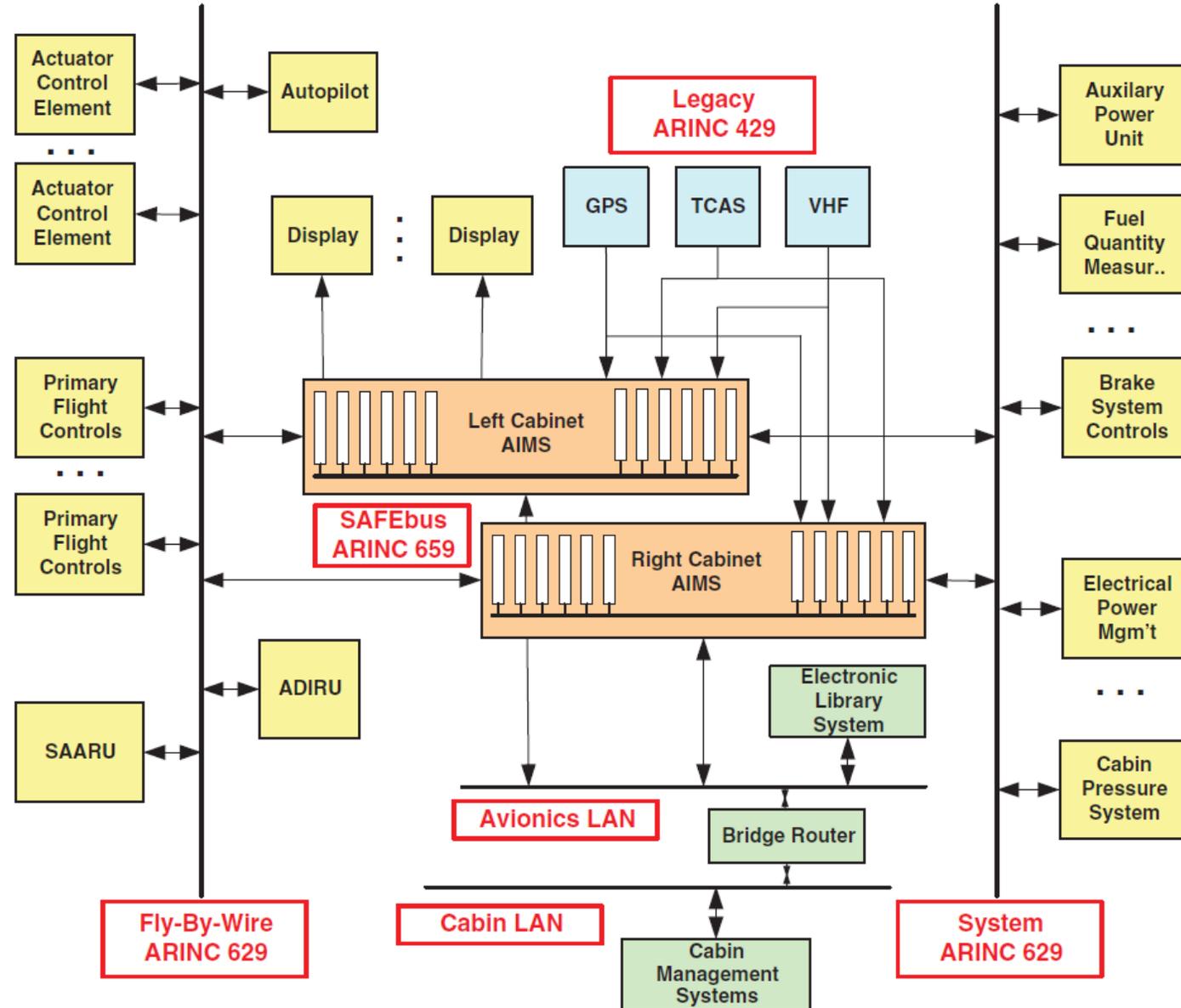


FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Boeing 777**

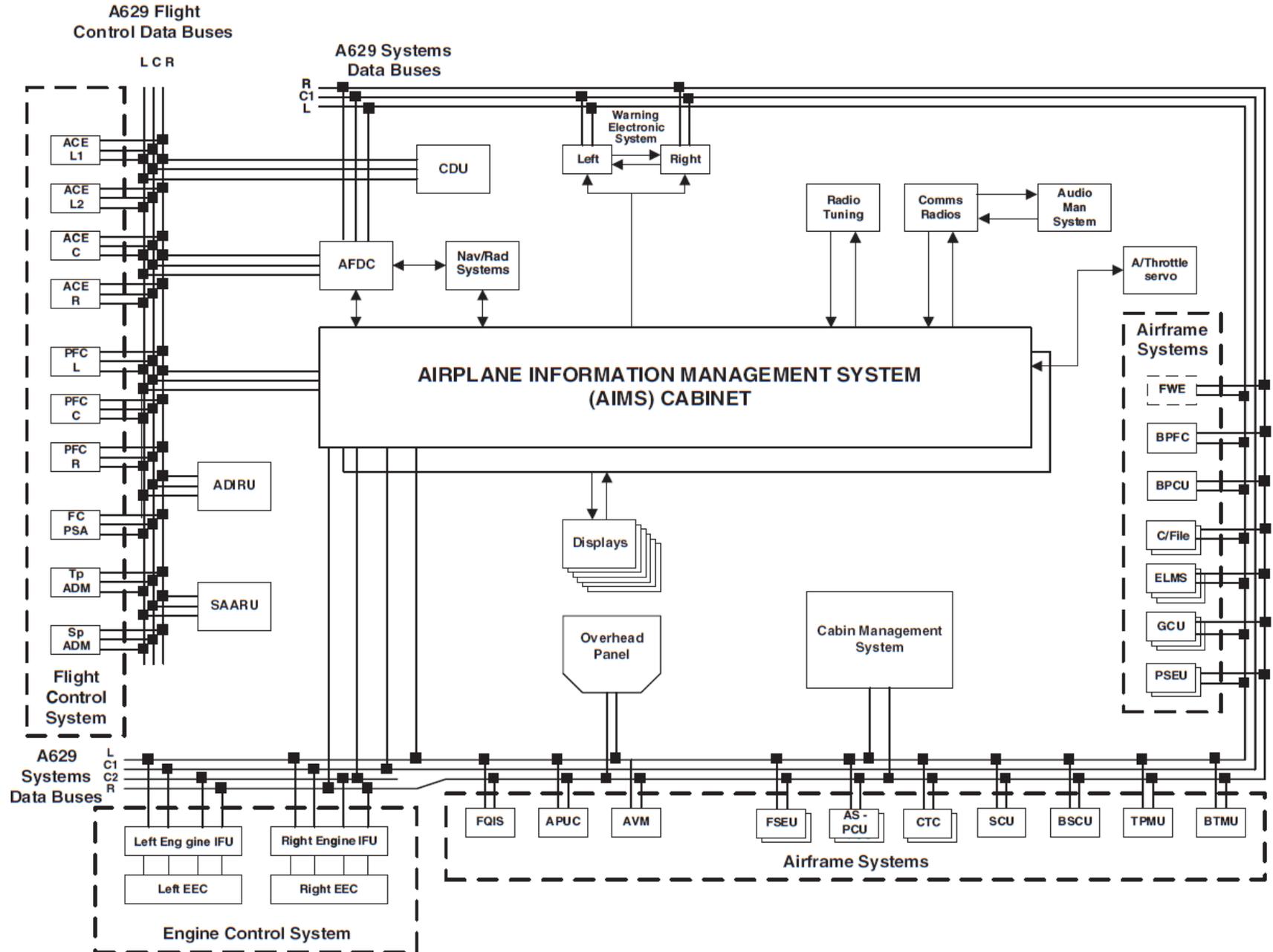
- Na época de seu desenvolvimento foi lançado um barramento com a junção de diversos barramentos ARINC 429, porém com maior capacidade e velocidade, o ARINC 629
- Foram utilizados diversos destes barramentos, agrupando-os em uma filosofia parecida com os MIL-STD-1553B. Foram utilizados, nessa “mistura” de barramentos, inclusive barramentos não aeronáuticos, como o ARINC 659 SAFEbus
- A figura mostra uma disposição simplificada do sistema aviônico do Boeing 777 e em seguida seu sistema mais detalhado

## • Boeing 777



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

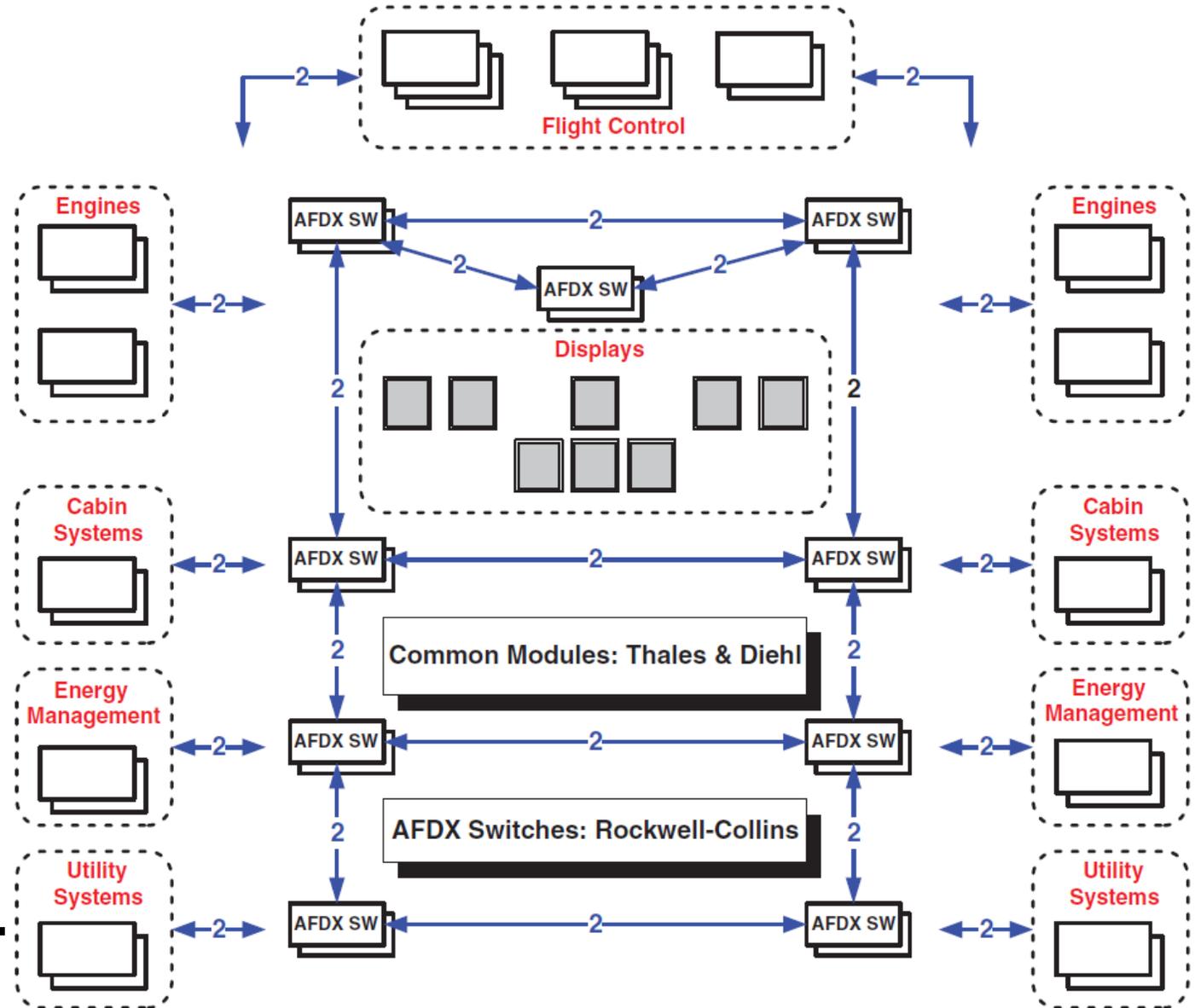
# • Boeing 777



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Airbus A380**
- Com a tecnologia de redes, surgiram os barramentos ARINC 664 P7, com maior capacidade de troca de informações
- O fluxo de informações foi aumentado, permitindo sensores mais precisos e com taxa de aquisição de dados maior

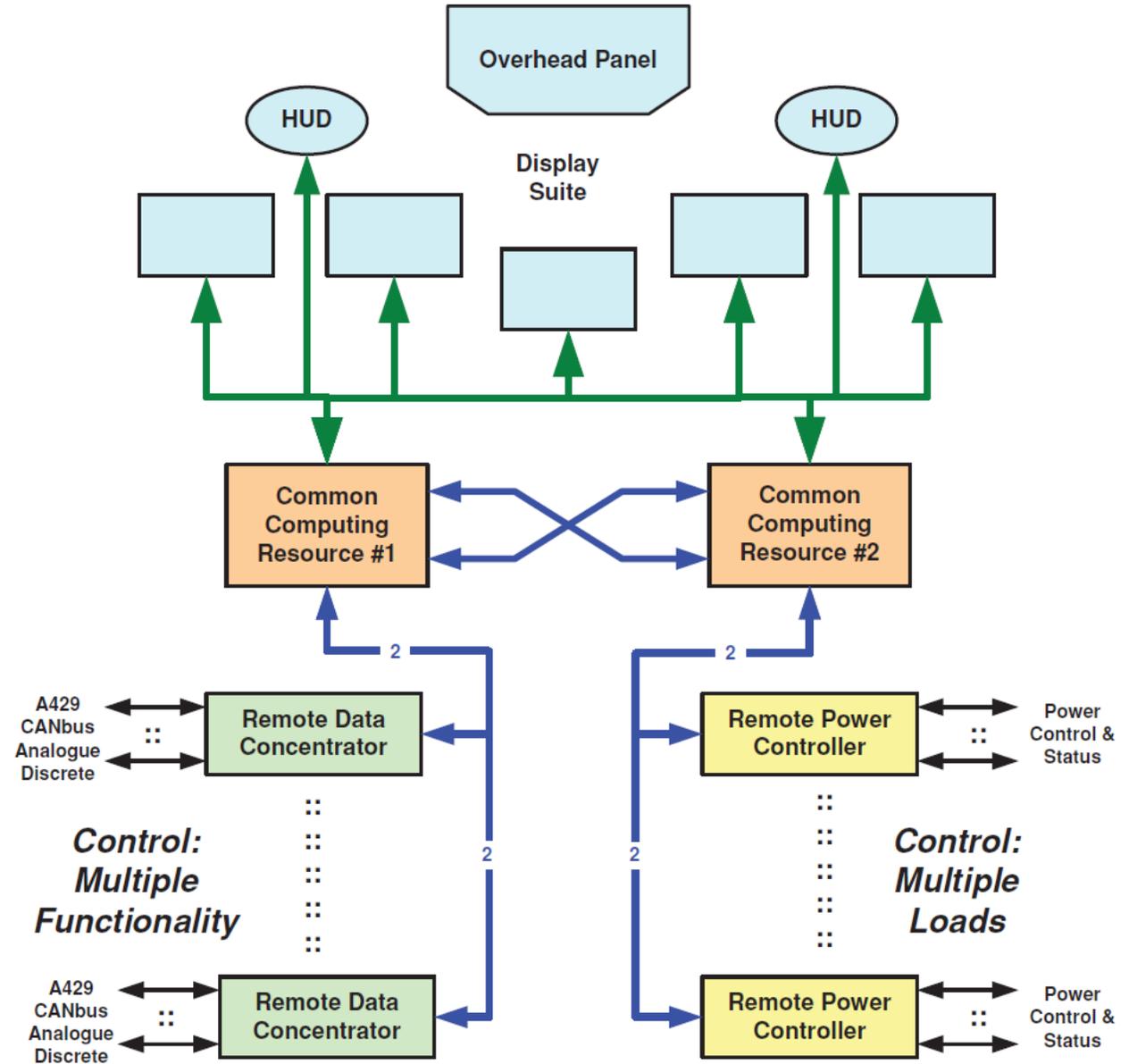
## • Airbus A380



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)

- **Boeing 787**
- Segue a mesma filosofia do anterior, com barramento ARINC 664 P7
- A diferença é que os sistemas são duplicados e independentes entre si, o que facilita a redundância das informações
- Esta aeronave possui diversos sistemas mais “ultrapassados”, interligados por barramentos de última geração
- Outra peculiaridade é que quase todos os seus sistemas são puramente elétricos, exigindo mais dos geradores de eletricidade da aeronave. Isso tem impacto direto no sistema aviônico

## • Boeing 787



FONTE: Moir, I.; Seabridge, A.; Jukes, M. (2013)