

Sesam och AiS: Arkitektur
då, nu och sedan

Systemflygplan

från J35 till JAS39

SESAM Arkitekturseminarium

Täby Park Hotel

2001-10-24

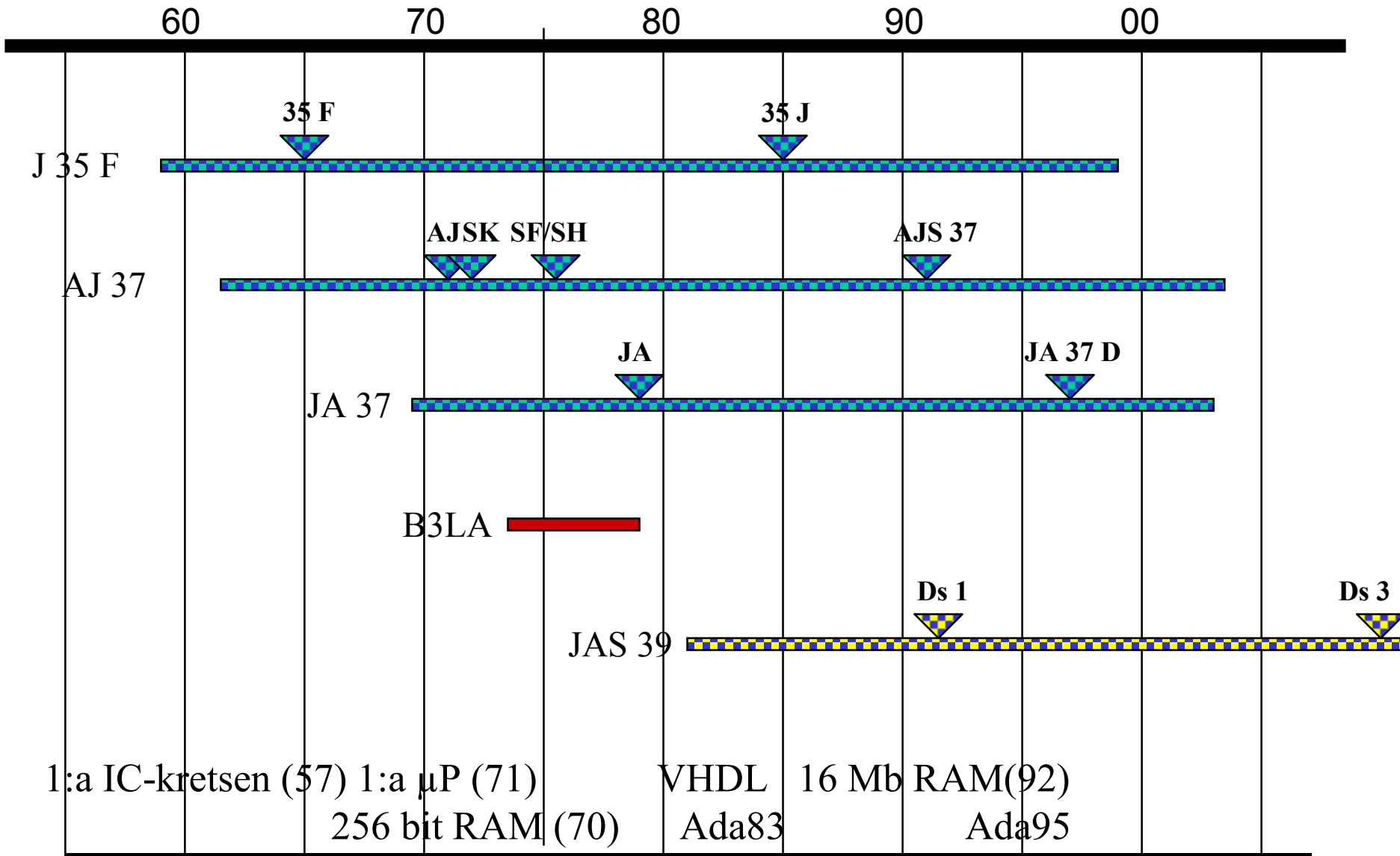
Dag Folkesson, Saab Aerospace

Kim Bengtsson, Communicator

Disposition

- A** **Tidsperspektiv**
- B Systemutformning
- C Centrala DB-funktioner
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi
- E Verksamhetsaspekter
- F Erfarenheter & lärdomar
- G Slutbilder

Systemflygplan från 35 till 39 - tidsperspektiv



Disposition

- A Tidsperspektiv
- B Systemutformning**
- C Centrala DB-funktioner
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi
- E Verksamhetsaspekter
- F Erfarenheter & lärdomar
- G Slutbilder

Systemutformning - drivande användarkrav

5

Små (jmfvis) fpl --> stränga vikt/volym/effektbegränsningar för utrustning --> kompakt byggsätt, mer/alternativ utnyttjning av sensorer, givare, databehandlingsorgan, manövrerings- & presentationsorgan

Datastridsledning/samverkan mark/fpl, fpl/fpl --> samordna/relatera presentation av fpl-interna och -externa data/order

En förare, många uppgifter, korta banor --> integrera/fusionera tillgänglig info, förenkla och integrera/samordna presentations- och manövreringsfunktioner/utrustning (SI, Fv, AFK, Reversering)

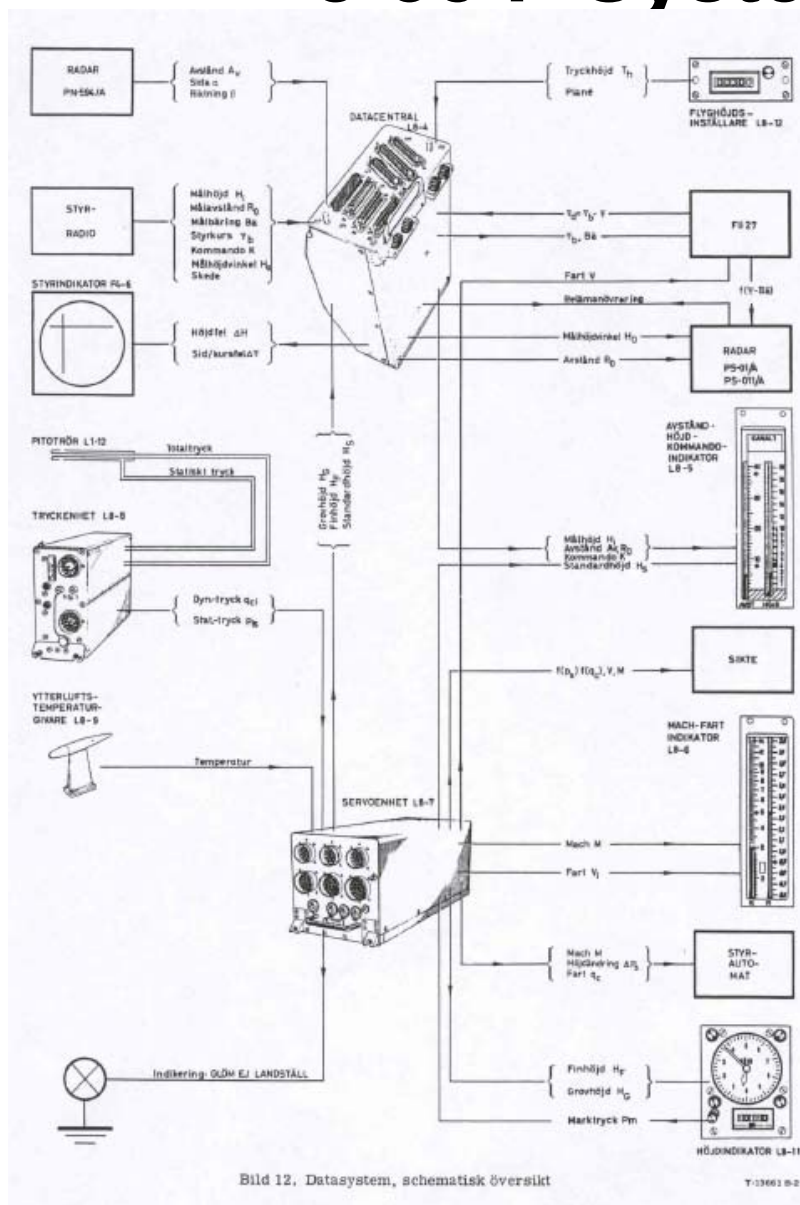
Hög uppdragsfrekvens, utspritt bassystem --> funktionsövervakning, inbyggd test och registrering, anpassning till bassystemen, uppdragsplaneringsstöd/snabb datainmatning före uppdrag, ändring genom omladdning

Effektiv utbildning --> Registrering under uppdrag för snabb återmatning vid datorstödd de-briefing, koppling till tränings-simulatorer

Systemutformning - genomgående princip; systemintegration via central beräkningsenhet i federalt elektronik/beväpningsystem

- J 35F: analogt elektromekaniskt system, central dataväxel och flygdataberäkning, integrerad flyg/strilpresentation, mekaniskt överlagrad styrinformation på radarindikator
- AJ 37: digital central beräkningsenhet för flygdata och navigering i f ö analogt elektromekaniskt system, flyg/nav/siktinformation på siktlinjes (SI) - och (begränsat) på central/radarindikator
- JA 37: digital central beräkningsdator kärna i huvudsakligen digitalt federalt elektroniskt system, integrerad läges/styr/sensor/siktinformation på elektroniska siktlinjes-, mål- och taktikindikatorer
- B 3LA: studieprojekt med koncept/funktionsmodell/demonstratorer för bl a distribuerat högnivå standarddatorsystem och vidvinklig SI
- JAS 39: systemdator kärna i helt digitalt federalt elektronik-, sensor-, grundflygplan- och motorregleringssystem, integrerad läges/styr/sensor/siktinformation på elektroniska siktlinjes-, flyg-, mål- och taktiska indikatorer

J 35 F Systemutformning



Systemkoncept

- Analogt system, p-p komm
- Integr El.mek flygdata/pres-system med Datacentral DC2
- Integr Radar/ Siktes /Rb-system
- Mek-hydr styrsystem

Säkerhet

- Dubblerat analogt sambands-system

Yttre samverkan

- Digitala styrdata från Stril 60
- Begr samv m basutrustningar
- Egna unika radiobaserade system för IK-svar, landning och navigering

AJ 37 Systemutformning

Systemkoncept

- 1:a svenska datoriserade fpl med central dator (CK 37), primärt för navigering och siktning; endatorsystem
- Begränsad kritikalitet hos programmerbara funktioner

Säkerhet

- Mycket begränsade analoga reservfunktioner för hemflygning och självförsvar vid datorbortfall.
- Primära flygdata i analog känd teknik. Digital information ej primär flyginformation.

Yttre samverkan

- Yttre samverkan: Analogt: samband, TILS, IKS och Digitalt med TTB (testsamverkan och programladdning).

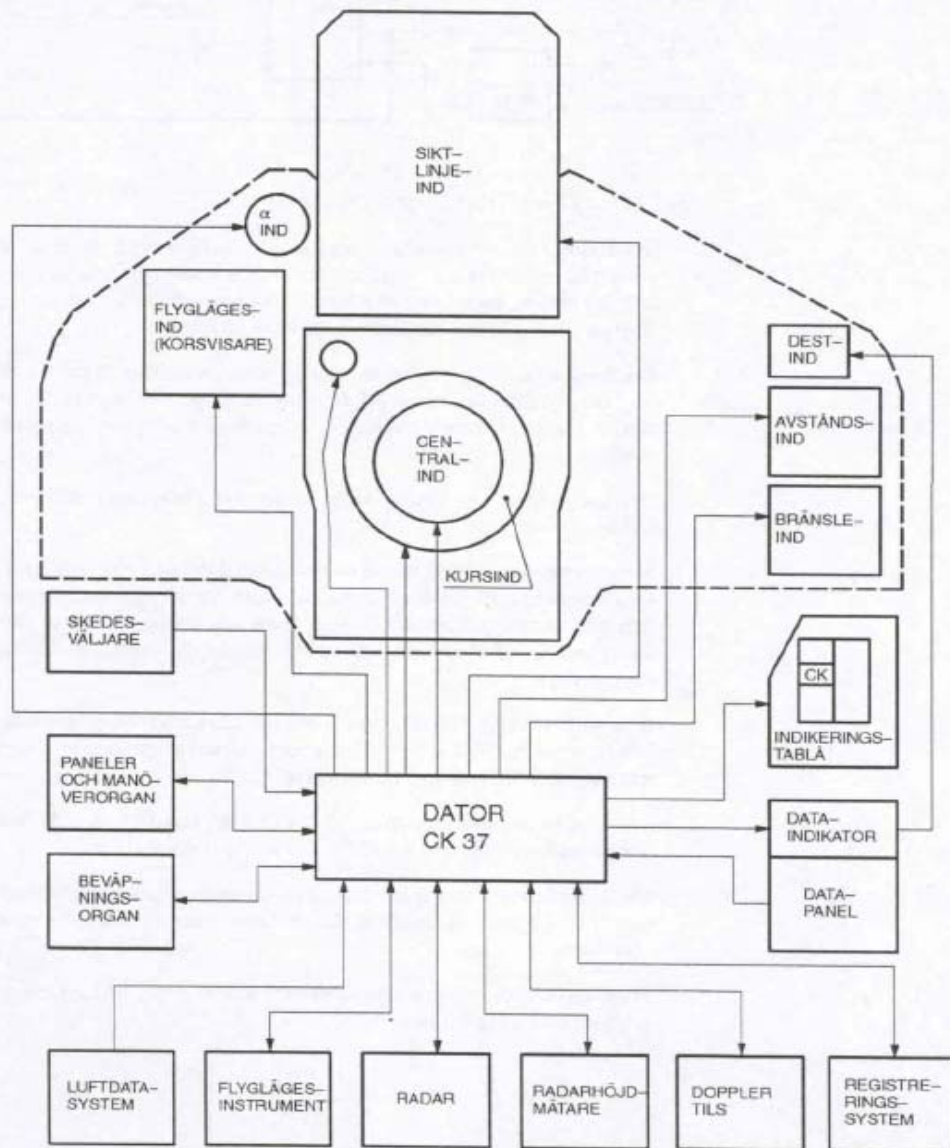
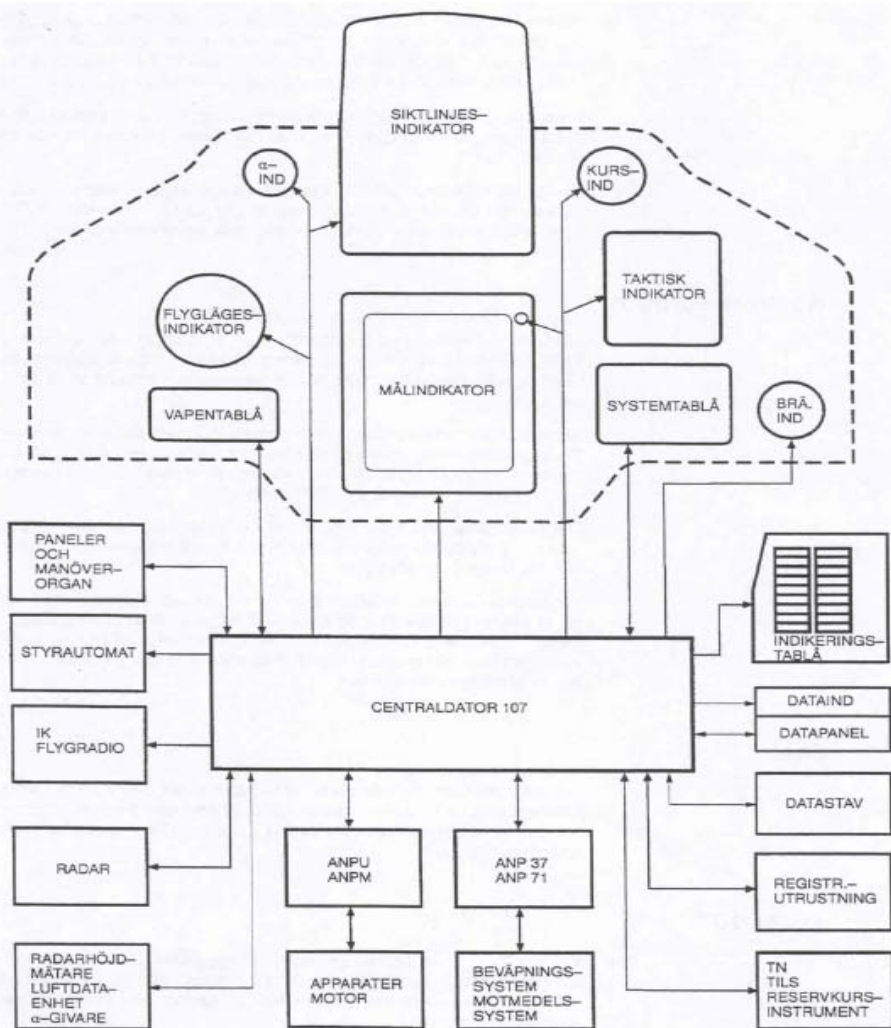


Bild 100. CK37, samverkan med andra system, blockschema

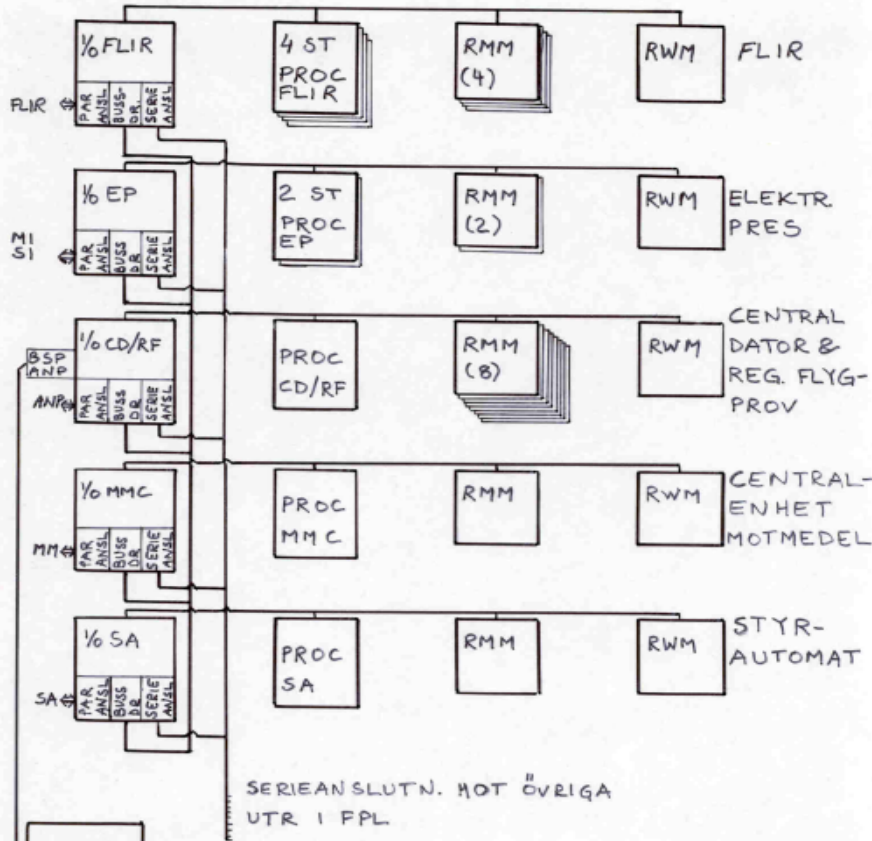
Systemutformning JA 37



Systemkoncept

- Vidareutveckl AJ 37, men med helt ny digital elektronik & nya vapen.
- Centraldator CD, datorer i pres.utr, radar, TN-system, styrautomat
- Elektronisk karta.
- Mek-hydr styrsystem, digital styrautomat.
- CD-komm: analoga insignaler och serie-binära p-p förb för överföring av data.
- ANP-enheter för insaml/distrib av signaler till kabin & vapen-system.
 - **Säkerhet**
- SA sköter huvuddelen av sin datainsamling; referenser och hållfunktioner styrs från CD .
 - **Yttre samverkan**
- Utökade med IKF och Stril. Dataöverföring fpl/fpl.
- Reg. UTB och RUF. TTB ers av YM

Systemutformning B3LA koncept



BSP FÖR PRGMLAGR, REG MM.
ERSÄTTES I SERIE EV. MED
FÖRDELAT MASSMINNE

TILLKOMMER:
ÖVR DATOMODULER I
MOTMEDELSUTR.

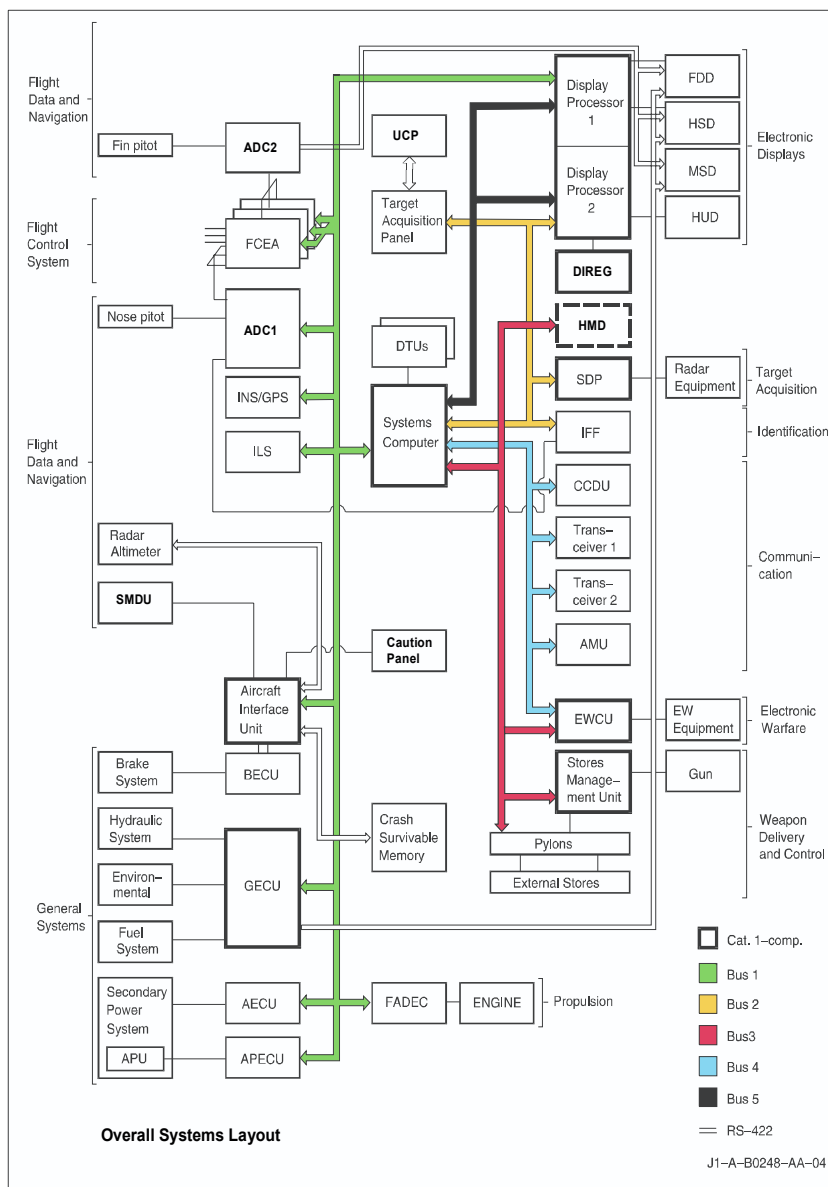
PRINCIPSCHEMA
DATORSYSTEM

77-07-19

Några karaktäristika

- Standarddatorsystem 80 (SDS 80)
 - 32 bit multiprocessor, HOL-stöd för PascalD80
 - Gemensam programutvecklingsmiljö PUS80
- Annan apparatstandardisering (ex kraftaggregatfamilj, ev gem byggsätt)
- EP-system med modulariserad processning och utbytbara panel-indikatorer
- "Vidvinklig" siktinjesindikator
- Nya sensorer – FLIR (ej RR)
- Robot B 83 - bekämpn av fyra olika markmål samtidigt

Systemutformning JAS 39



Systemkoncept

- Utformat för Jakt-, Attack och Spaning. Rollbyte sker genom byte av endast yttre last.
- "Totalt" datoriserat flygplan; SDS 80 i de större delsystemen, avioniksystemet ADS
- Systemets kärna en central dator, SD
- Datakom huvudsakligen via 3 st Mil. Std 1553B bussar (5st + E-net i ds3)
- Viss redundans via AFPL reservbussstyrning

Säkerhet

- Digitala reservsystem för styrning och (i ds 3) reservpresentation.
- Trippelredundant styrsystem
- Högnivåspråk PascalD80, Ada
- Begränsade programstyrda reserv-moder i anpassningsenheter och EP
- Ökade krav på säker hantering av data via sambandssystem och laddning

Systemutformning - sammanfattande karaktäristika

12

System koncept	35 F J	37 AJ/SK/S	37 JA	39 JAS
Struktur/ indelning	Analogt system, elmek datacentral. Analog komm.	Analogt syst. m. central dator. Analog komm.	Digitalt elnik-syst m. central dator. Dig. komm. p-p	Dig. grundfpl-syst. Helt dig. elniksyst. En systemdator Dig. busskomm.
Flexibilitet	Låg	Hög i CK, men totalt låg p.g.a. analoga komp.	Hög i elniksyst. Låg i grundfpl-systemet	Totalt sett hög.
Ensists-lösning	Integr. elmek indikatorer. Integr rr/sikte/strildata.	SI & CI med viss integrerad presentation. ff-stöd i pgmfkn.	Större SI, integr pres. HU & HD, elektr. karta. ff-stöd och automatik i pgmfkn.	Vidv. SI. Integr. pres. SI/FI/TI/MI Manövr. likartad för olika roller. ff-stöd och automatik i pgmfkn.
Yttre samverkan	Samband, STRIL, Nav/Landn, IK, Bas	Samband, Landn, IK, Bas	Samb & slinga, IKS/IKF, Landn, Reg. RUF/UTB, Test, Pgmladdn	Samb & slinga, IKS/IKF, Landn, Reg. RUF/UTB, Test, Pgmladdn

Disposition

- A Tidsperspektiv
- B Systemutformning
- C Centrala DB-funktioner**
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi
- E Verksamhetsaspekter
- F Erfarenheter & lärdomar
- G Slutbilder

Systemutformning - Central DB översikt 1(2)

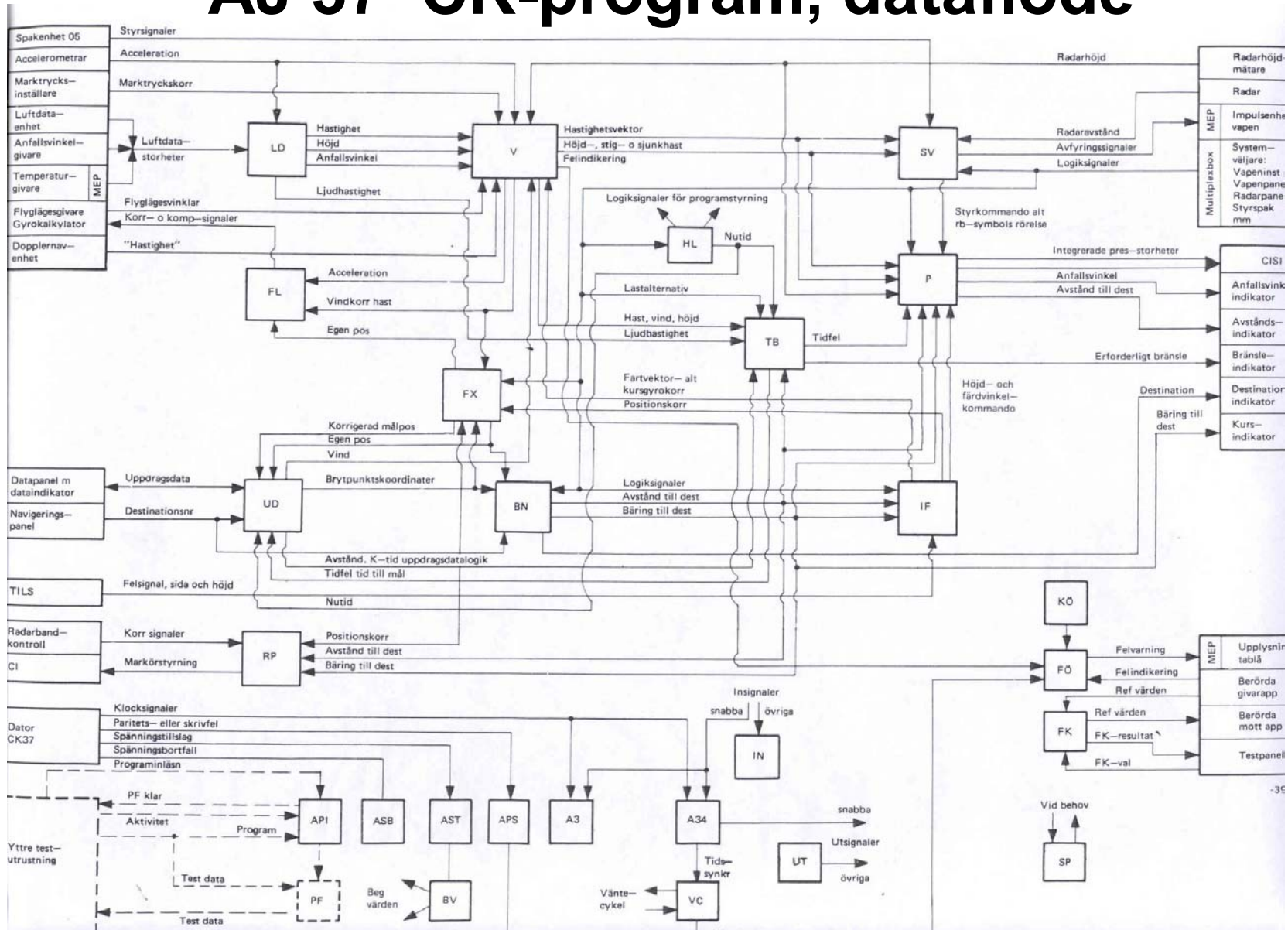
Centrala db-fkn	35 F J	37 AJ/SK/S	37 JA	39 JAS
Real-tids principer	Analogt system	CK-programmet strikt tidsstyrt för att minimera fördröjningar från sensorer till SI. Snabba tidscyklar för bombseparation. Krav på tidssamhörande data.	Synk. CD – EP. Strikt tidstyrda programcykler och I/U-paket. Höga tidskrav för vissa data. Höga tidskrav för flyglägesdata till radar. Krav på tids-samhörande data.	Systemet synkroniserat från styrsystemet. Merparten av elniksystemet synkat. TNS asynkront kräver spec. hantering av attitydinfo. Tidsstyrda programcykler och busstrafik med olika frekvenser.
Fartvektor (Fv)	-	Fv pres i SI skala 1:1. Kräver minim. av fördröjningar, flera frekv och viss prediktering i CK till presentationstidpunkten.	Fv som i AJ, men större synfält. Samverkan mellan asynkrona datorer ställer specialkrav för att begränsa fördröjningar.	Fv i vidvinkligt SI. SD beräknar Fv till viss tidpunkt. Från denna kan användarsystem själva prediktera.

Centrala db-fkn	35 F J	37 AJ/SK/S	37 JA	39 JAS
Navigering	Radio-baserat svenskt system	Internt doppler-baserat system stöttat med manuella fixar. Senare infört Ternav. Landning mha TILS	TN-baserad navigering med möjlighet att korrigera positionen mha manuella fixar. Landning m.h.a. TILS.	TN-baserad navig. Stöttning med fixar och i ds 3 med GPS och terrängbaserat system NINS. Landn m.h.a. TILS. Ds 3 terrängföljande landningsfkn NILS.
Siktning	Rate-gyro-sikte	Siktesfunktion i CK. Syntet 'Gyro'sikte attitydvinkelbaserat Presentation i SI kräver CDkompens av fördröjningar.	Siktesfunktion i CD Presentation i SI kräver samordnad datahantering.	Siktesfunktion i SD med reservfunktion i ANP. Presentation i SI kräver samordnad datahantering.

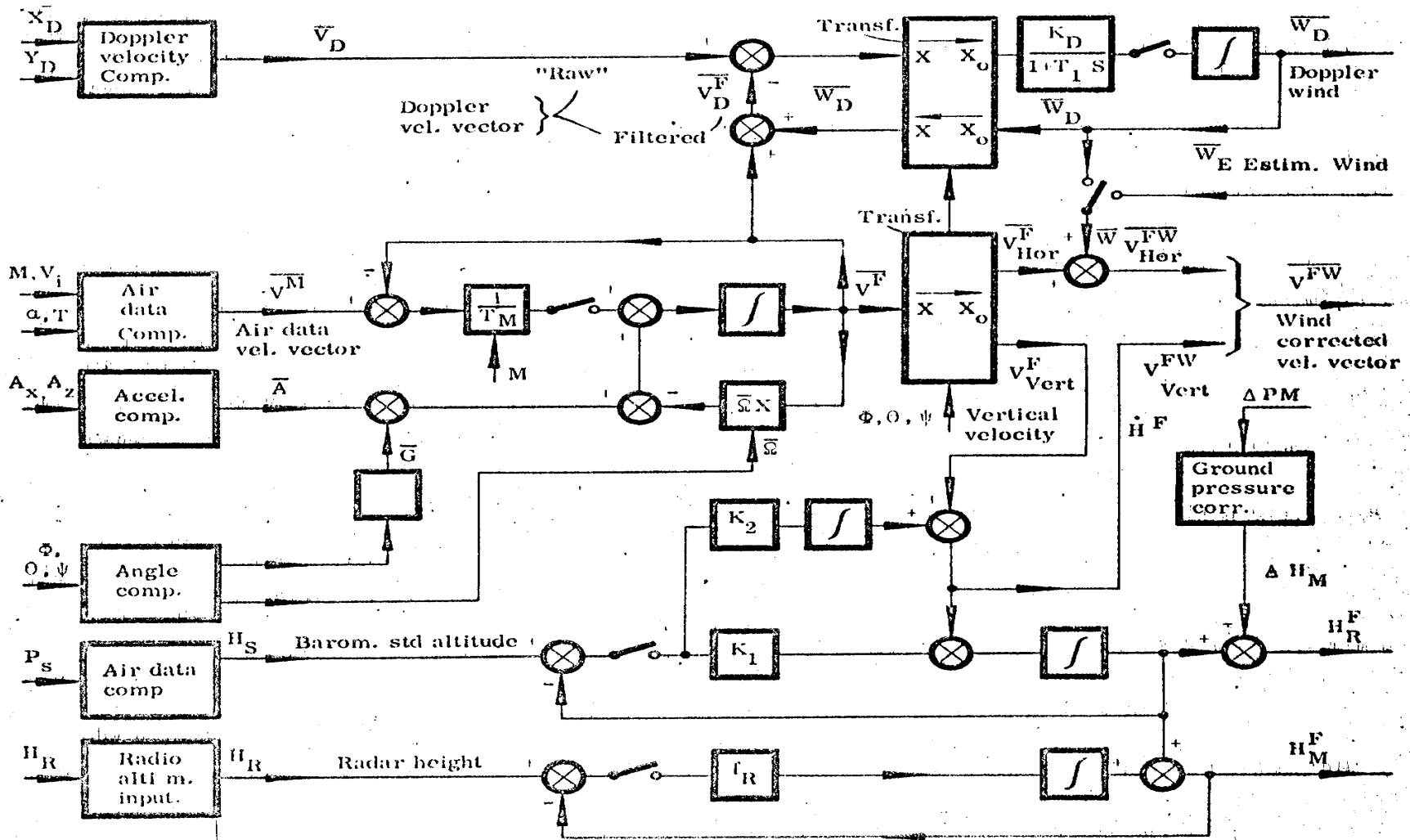
Arkitekturstöd - datoregenskaper

Attribut	AJ 37 CK 37	JA37 CD107	JAS39 Ds 1,2 D80	JAS 39 Ds 3 D 96
RT-stöd	Fasta klockavbrott	Fasta klockavbrott	ADS-klocka	ADS-klocka, UTC
Multipro- -cessning	Prioriterande avbr.system	Prio avbr.syst 4 reg.uppsättn	Ja	Ja
Modul- uppdeln	Nej	Ja	Ja	Ja
I/U-stöd	AI,AU, DI,DU i Mod: 1553B	AI, SI, SU i Mod: 1553B	3 st 1553B RS422 AFPL	5 st 1553B + Ethernet
Språk- stöd	Assembler	Assembler	Pascal D80	Pascal D80 & Ada

AJ 37 CK-program, dataflöde

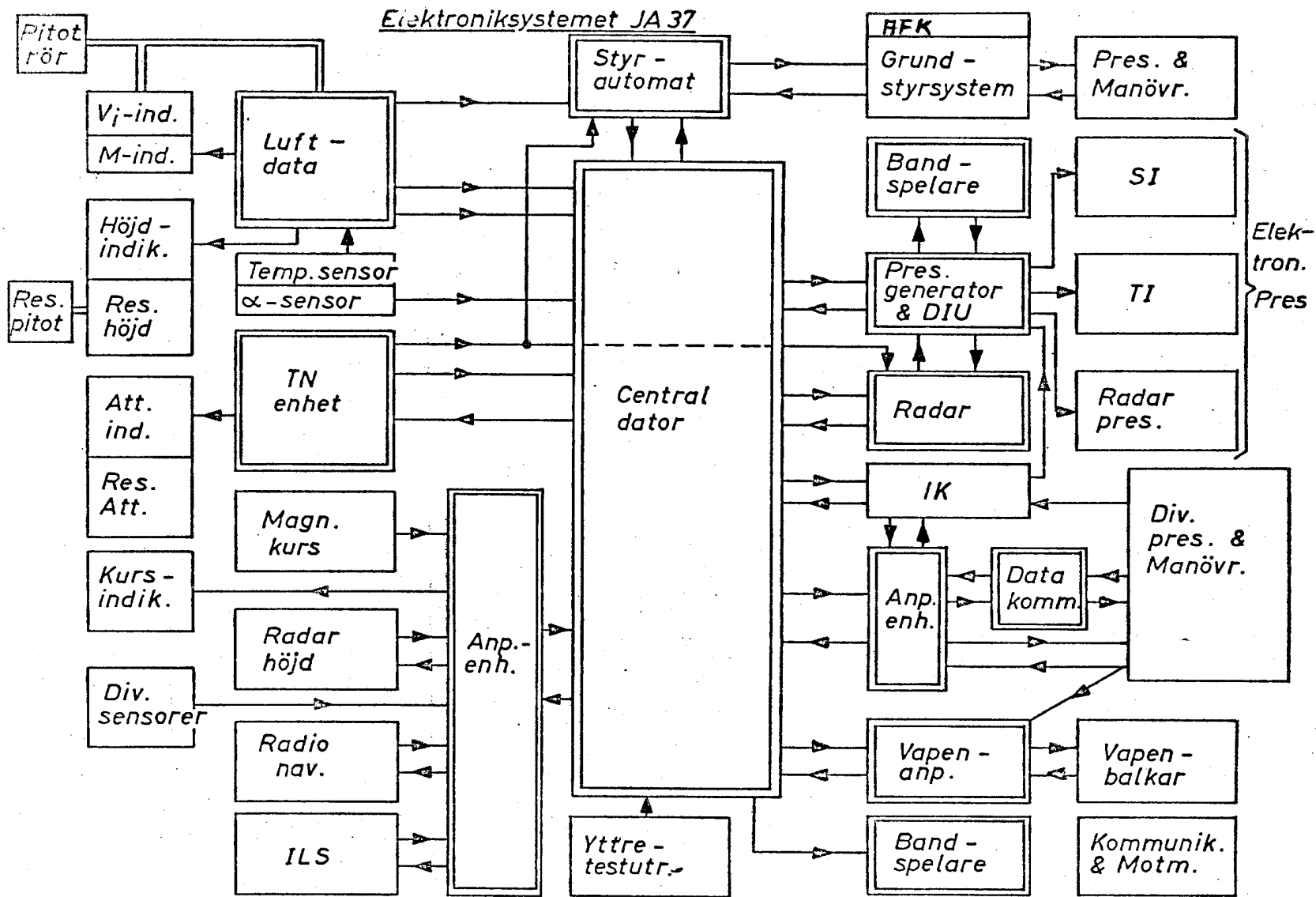


AJ37 CK. Program Fartvektor och Höjd

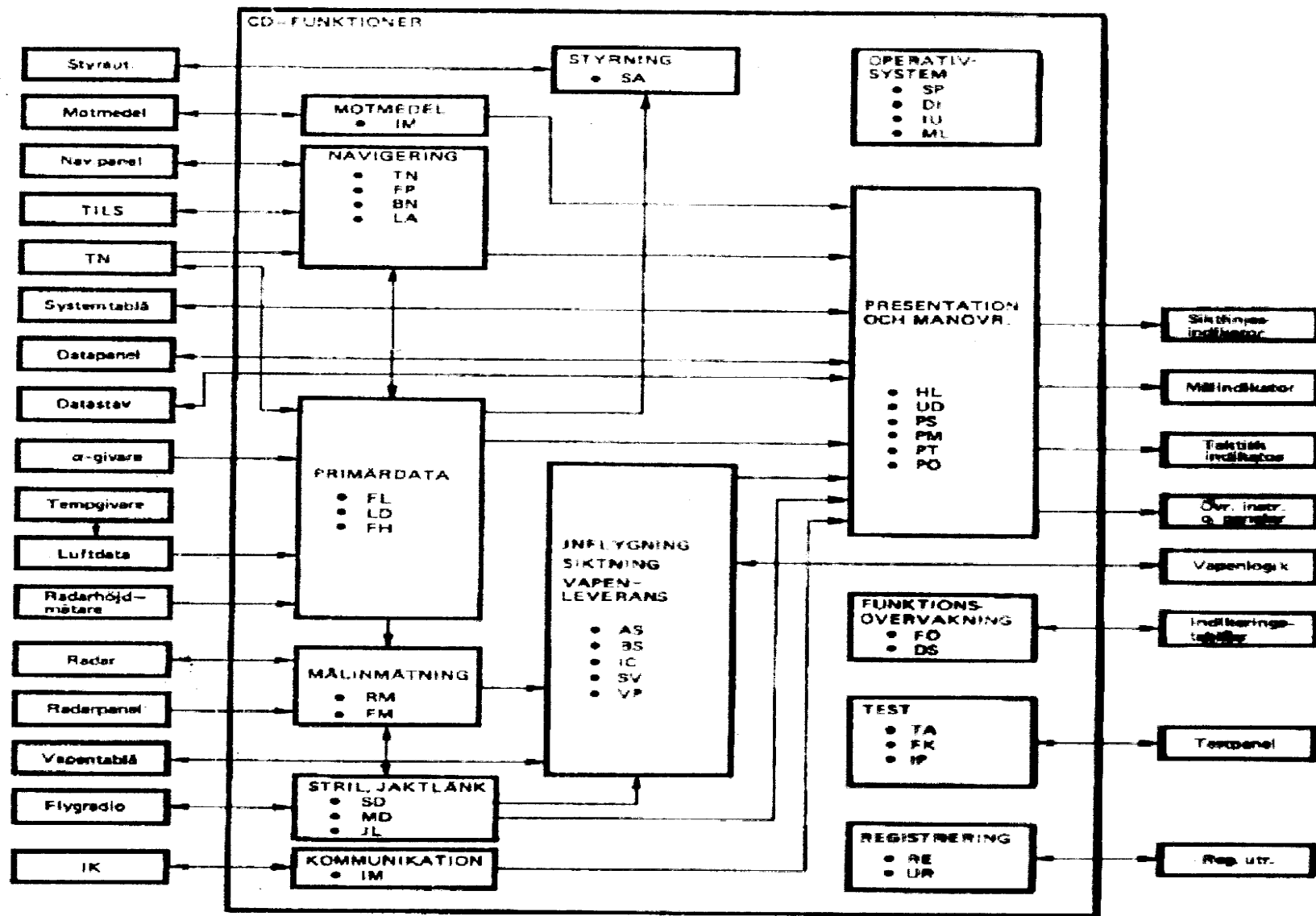


Complementary, pseudo-inertial filter system for velocity vector and altitude computation

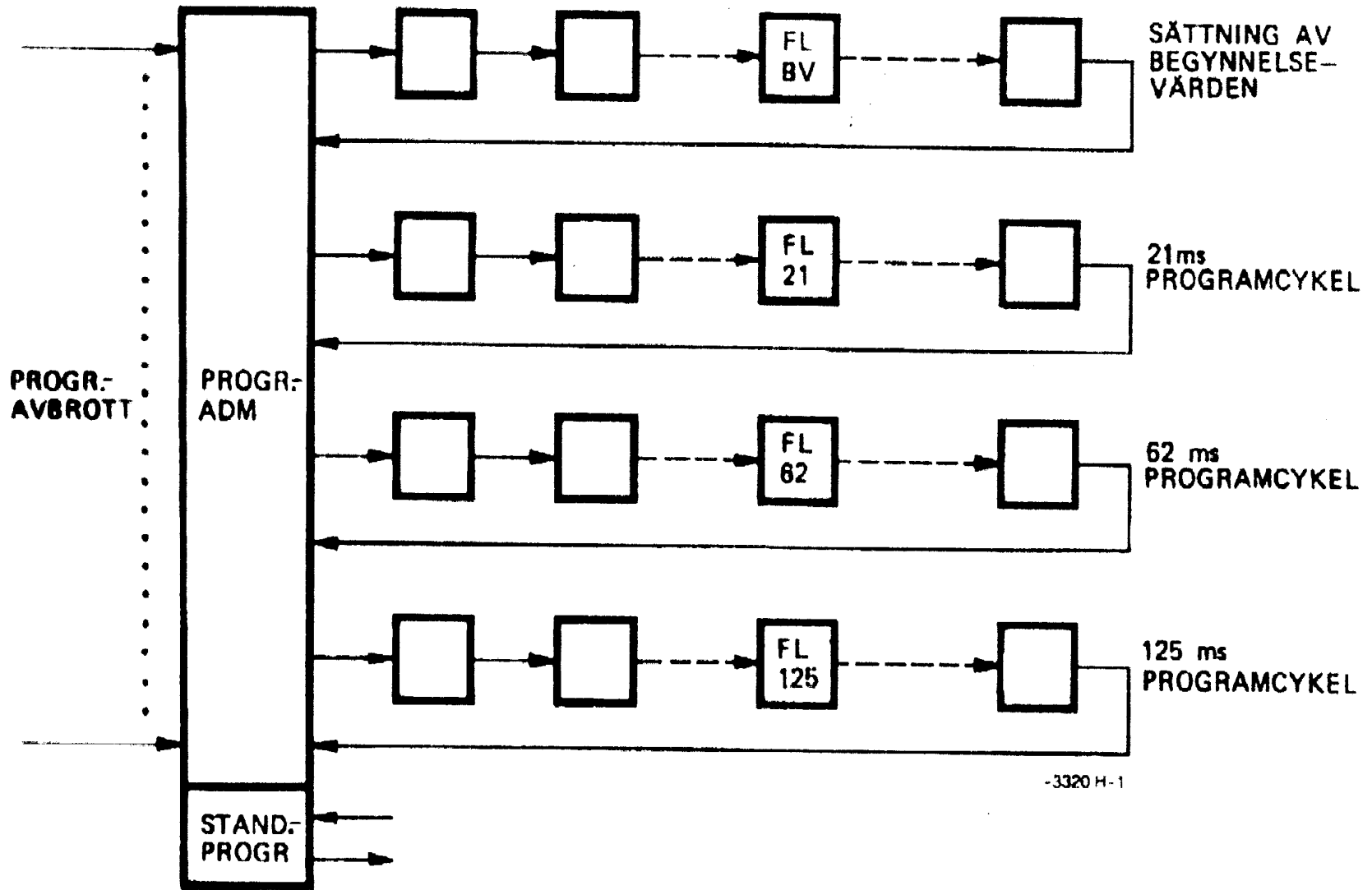
JA 37 Elektroniksystem



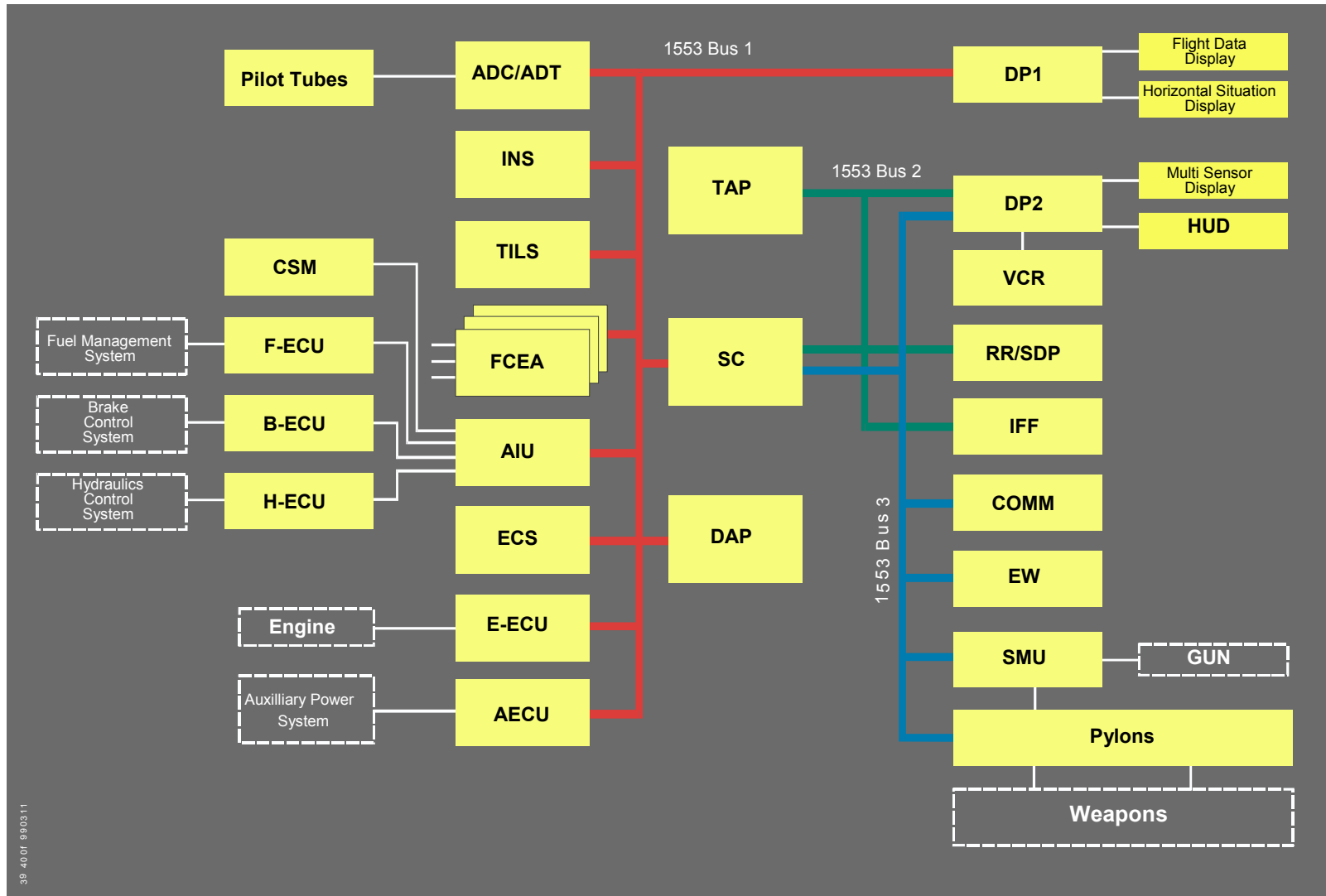
JA 37 Central DB. CD-funktioner



JA 37 CD programsystem, princip

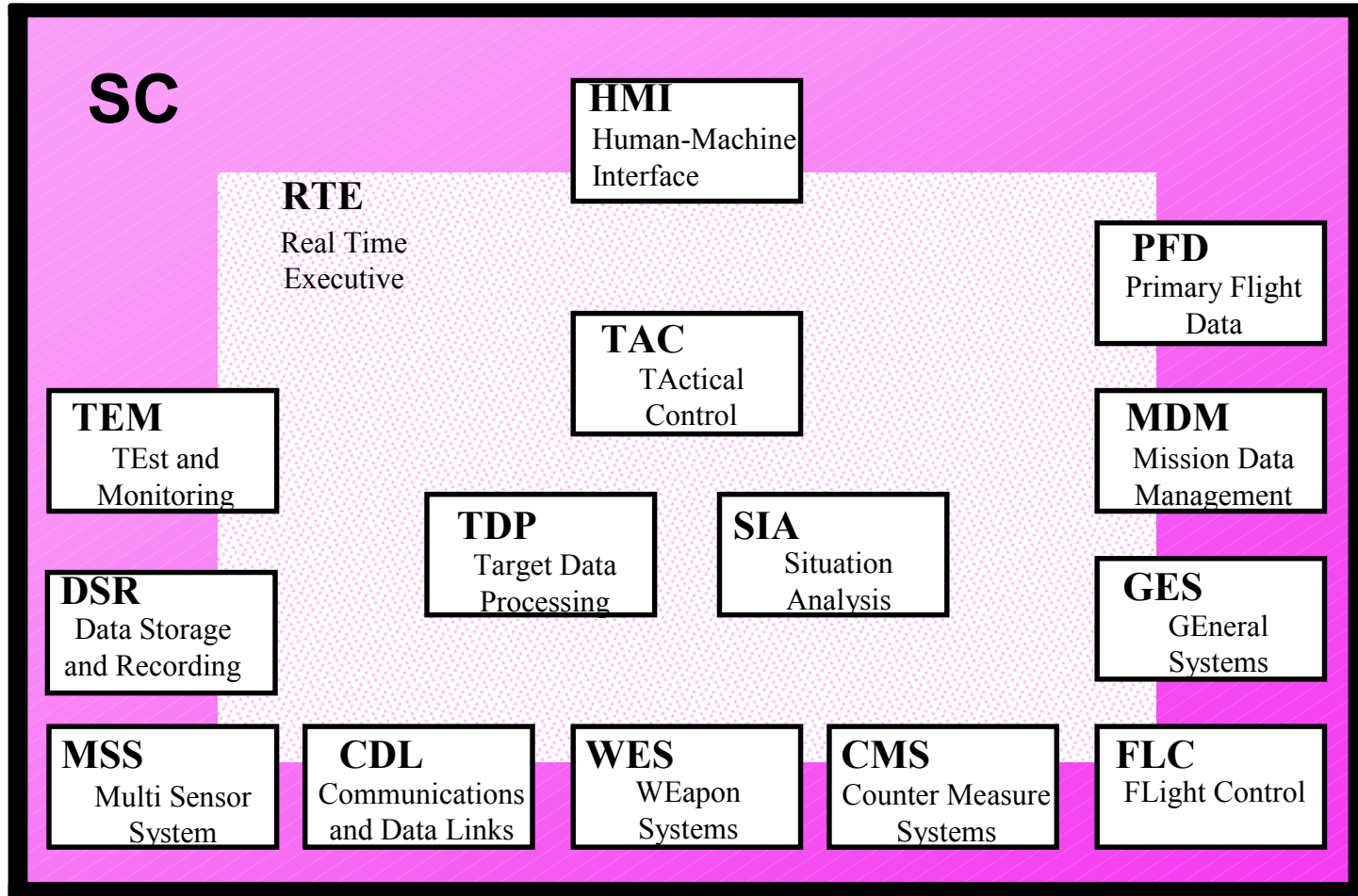


JAS39 System Layout Batch 1

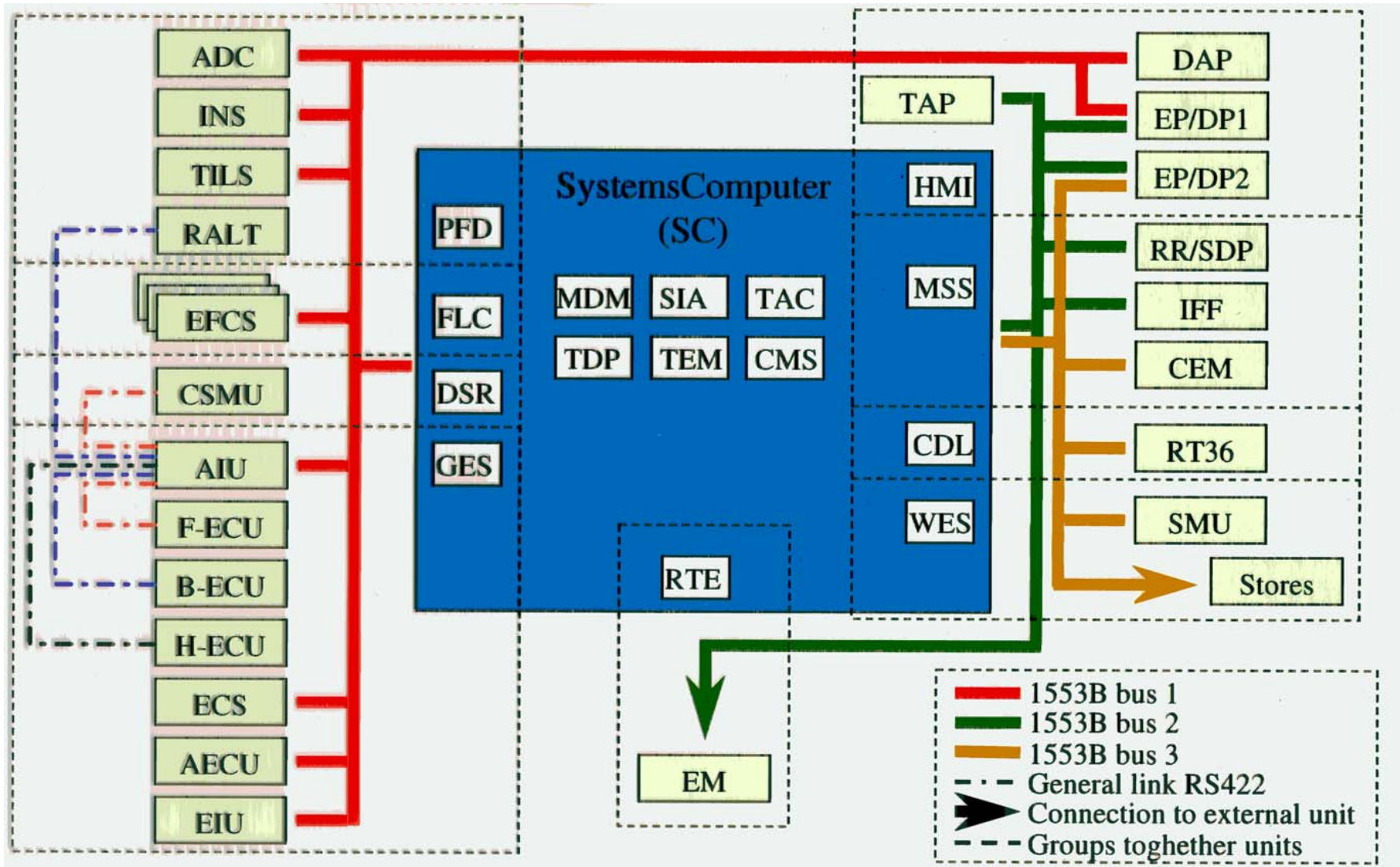


JAS39 Central DB

The Systems Computer SC system model



JAS 39 Software Units vs Equipment

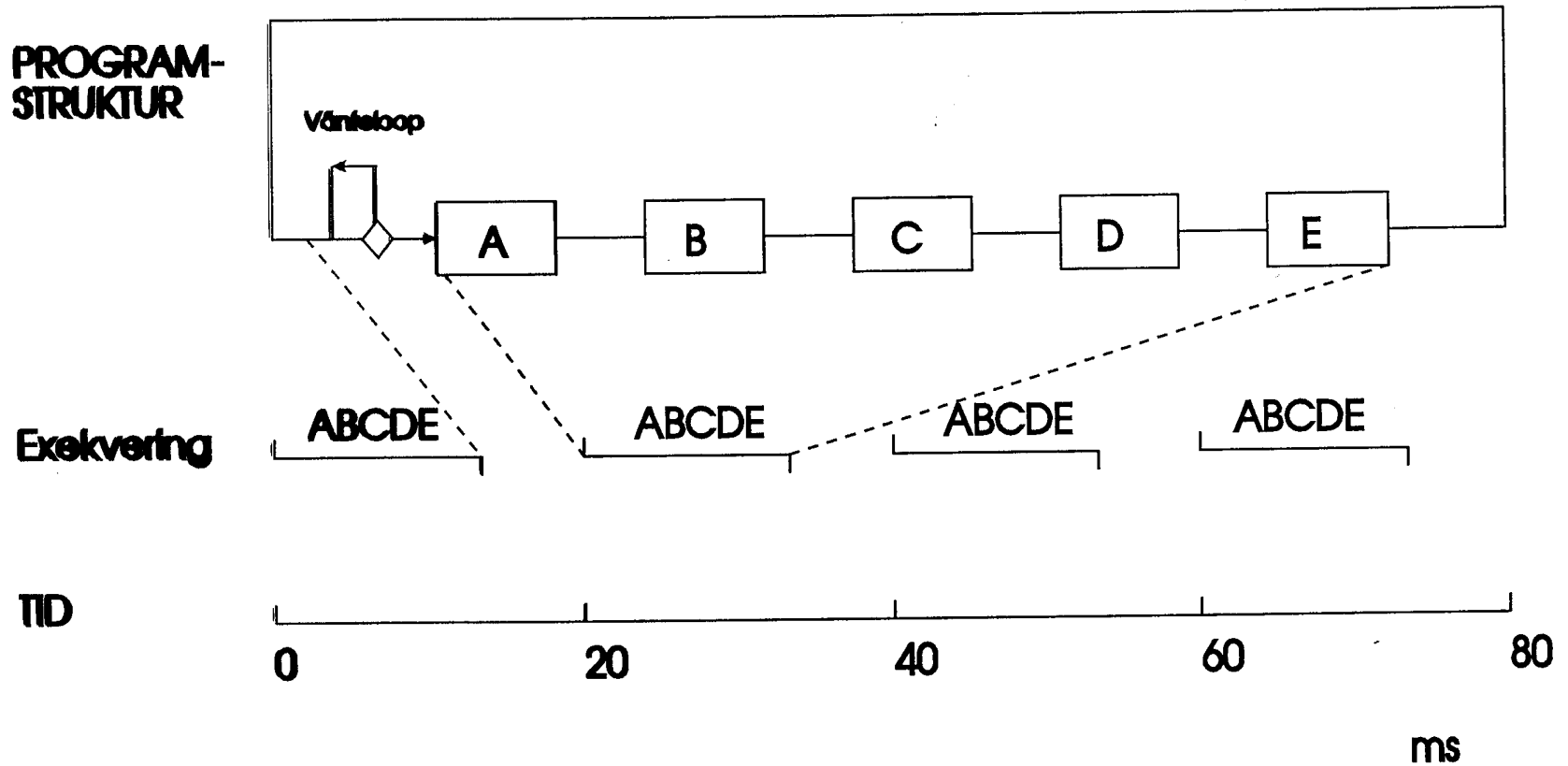


Disposition

- A Tidsperspektiv
- B Systemutformning
- C Centrala DB-funktioner
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi**
- E Verksamhetsaspekter
- F Erfarenheter & lärdomar
- G Slutbilder

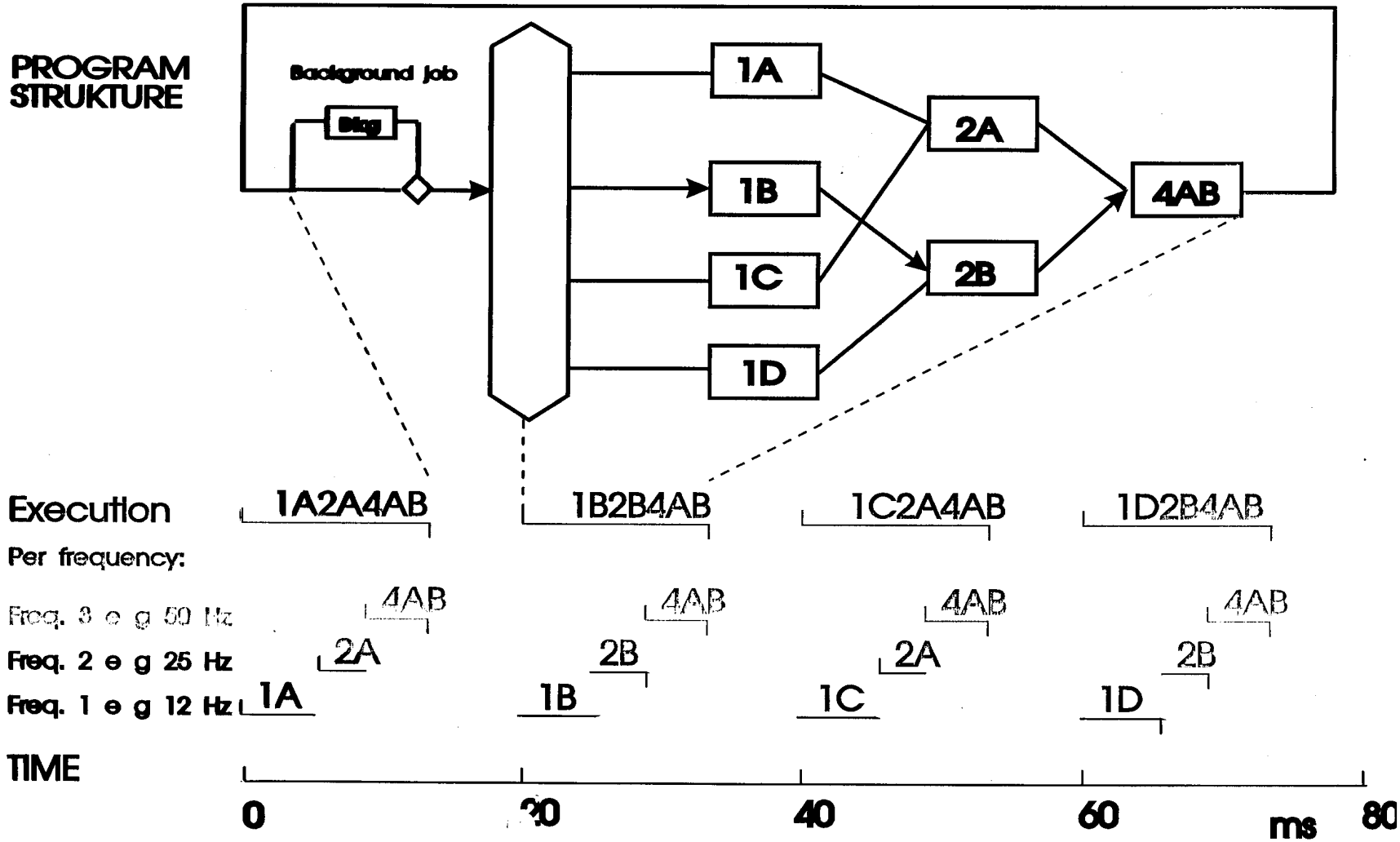
Exekveringsarkitektur AJ37 (princip)

Fig 3. Enkel procedurcykel med tidsstyrning



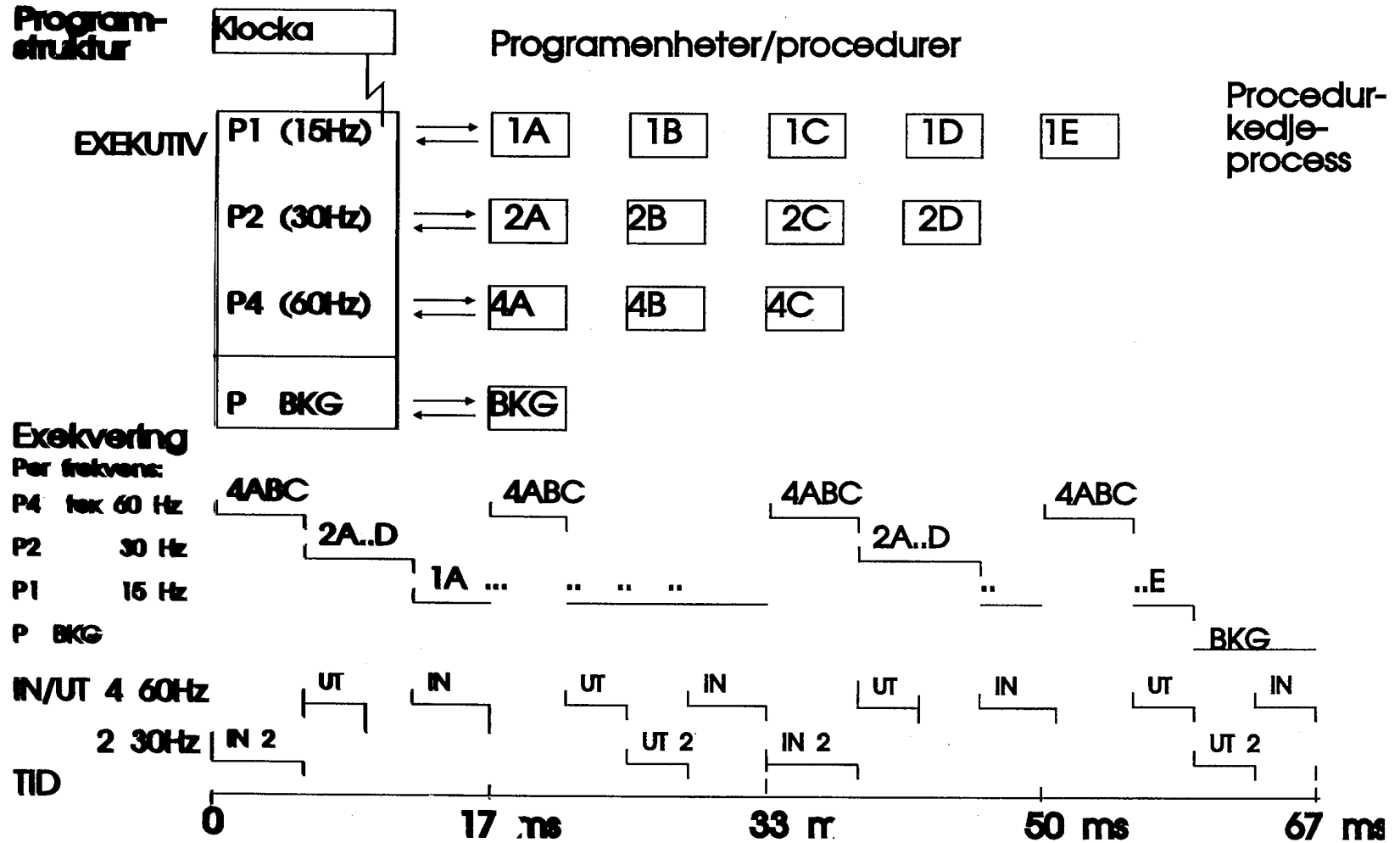
Exekveringsarkitektur JA37 SA (princip)

Fig 4. Fixed partitioned procedure cykles in three frequenses.



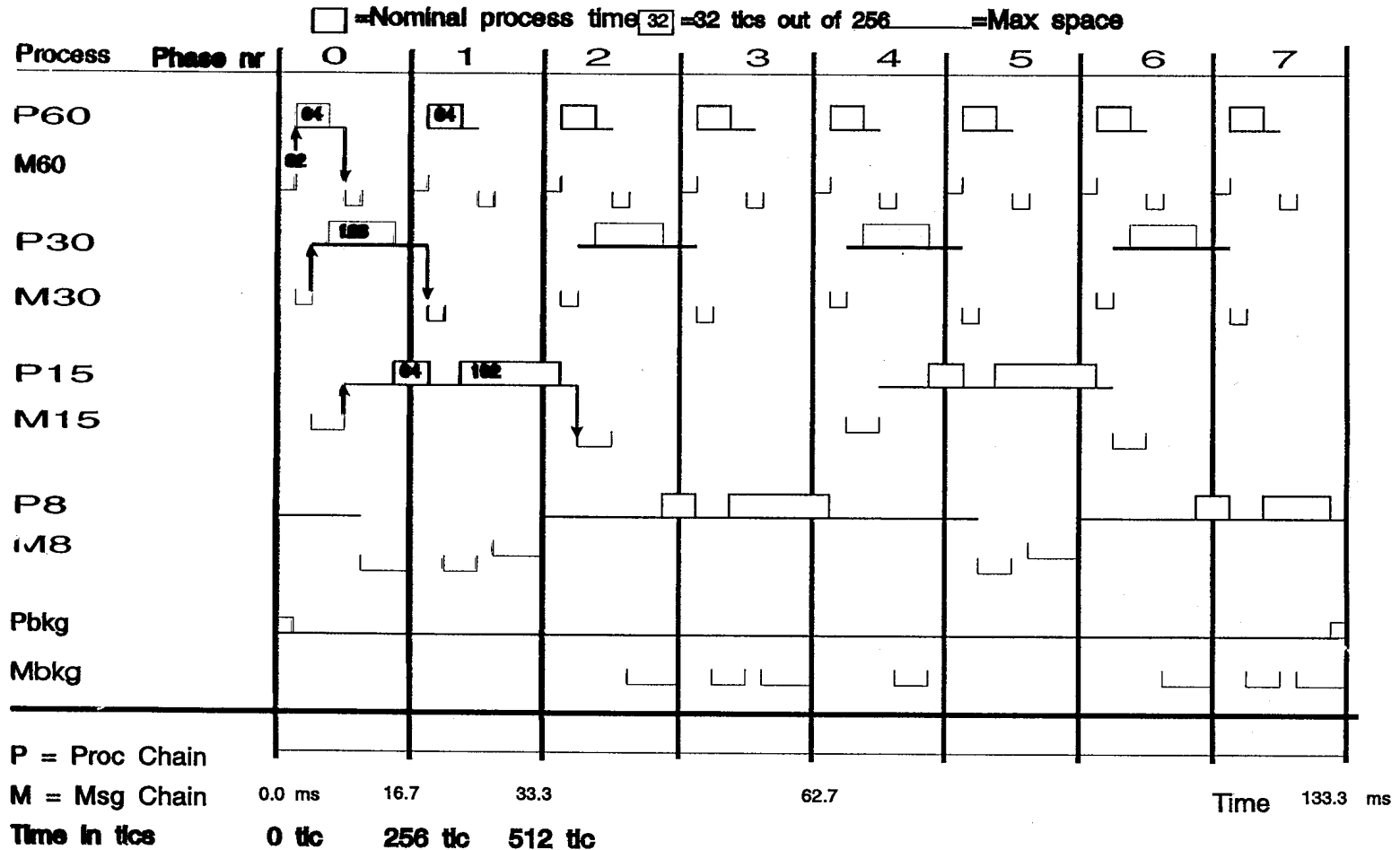
Exekveringsarkitektur JA37 CD

Fig 5. Exekutiv för prioritetsbaserade avbrytbara cykliska procedurkedjor.



Exekveringsarkitektur JAS39 SD hRMS

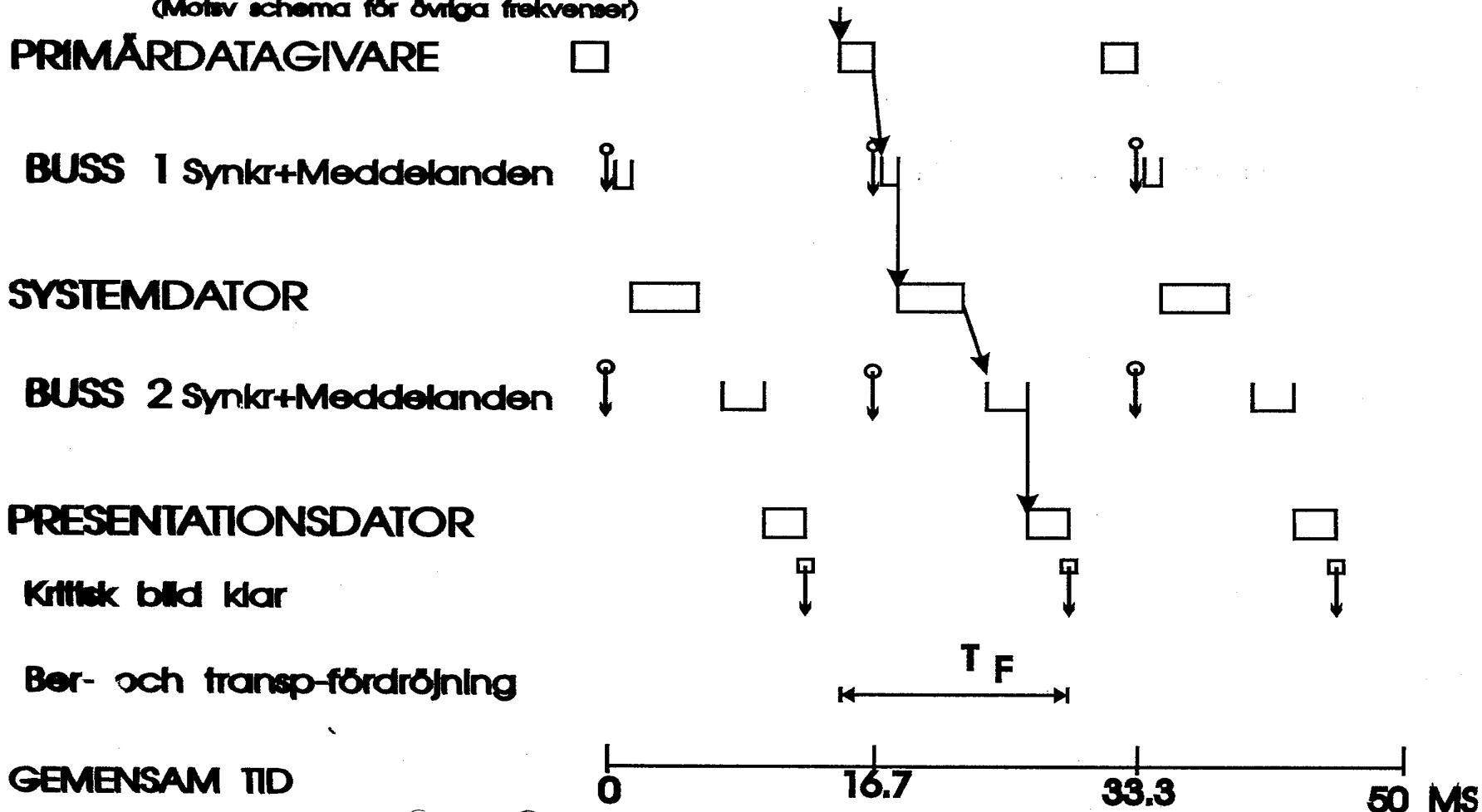
Fig 7. PROCEDURE AND MESSAGE CHAINS WITHIN 8/60 Hz CYCLES IN SD



Exekveringsarkitektur JAS39 ADS

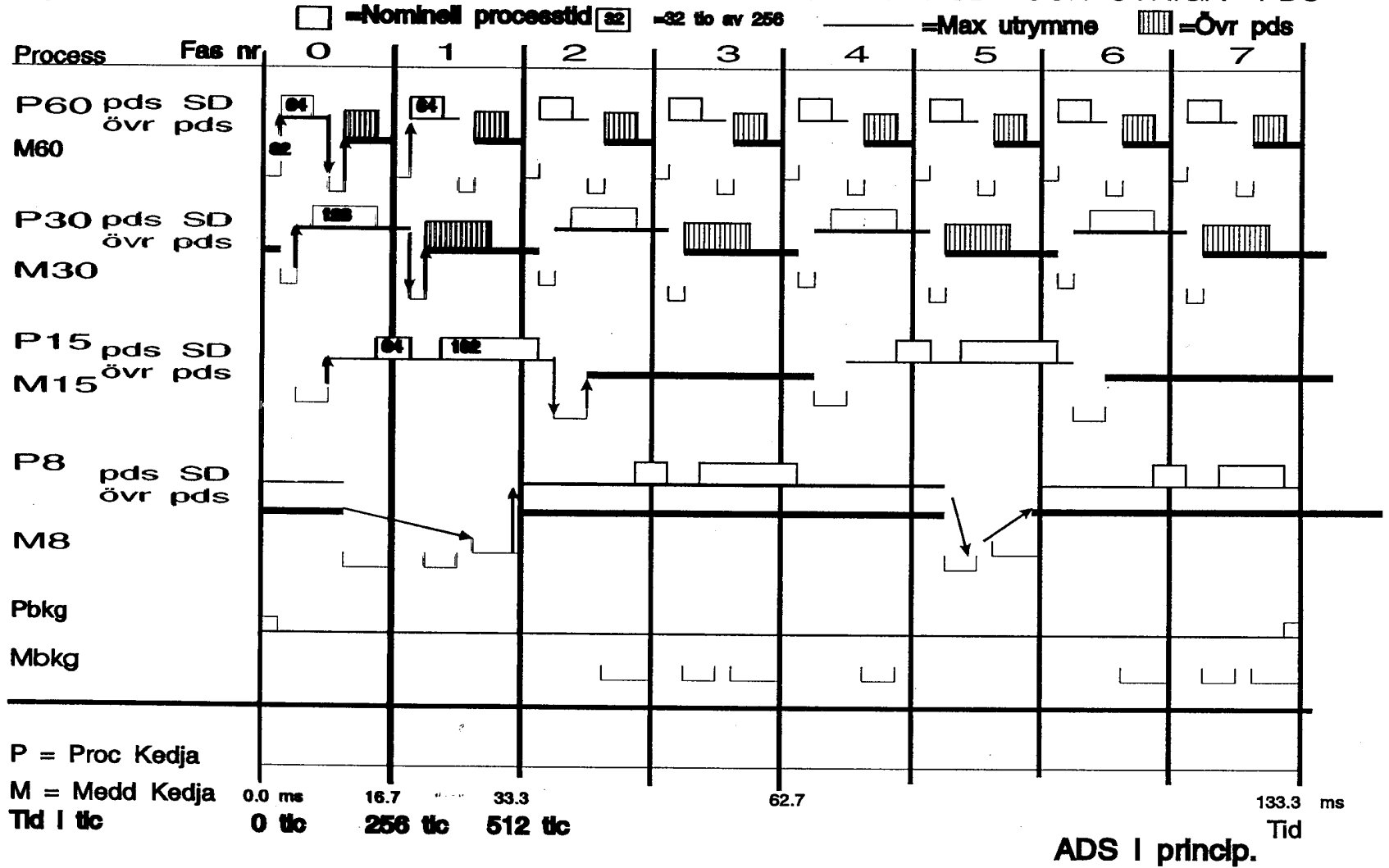
Datastafett

Fig 6. SYNKRONISERING MELLAN DELSYSTEM. Datastafett.
(Motiv schema för övriga frekvenser)



Central DB exekveringsarkitektur JAS39 ADS P o m-kedjor

Fig 8. PROCEDUR OCH MEDDELANDEKEDJOR 8/60 Hz I SD OCH ÖVRIGA PDS



Disposition

- A Tidsperspektiv
- B Systemutformning
- C Centrala DB-funktioner
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi
- E Verksamhetsaspekter**
- F Erfarenheter & lärdomar
- G Slutbilder

Projekt & processaspekter

Aspekt	35	37	39
Ansvar/ ledning	KFF Ober. leverantörer	FMV-F, L 37 Saab, CB3 7	FMV, PL 39 IG JAS/Saab
Organis- ation	Decentraliserad Delprojektledare	Projektledning FMV & Saab	Projled vid FMV & IG JAS/Saab
Resurser	Uppbyggnad --> acceptabla	Knappa	Pressade
Utveckl.- hjälp- medel	Rudimentära	Assembler, I-testare Skrm-monitor, SimReg. Olika för resp datorer	PUS80, kompilator SysVarH, emulator RTdebug. Gem för 5 datorer
Tidplaner	Glidande med ökande krav	Rimliga	Ambitiösa

Institutionella aspekter

Aspekt	35	37	39
Anskaffningsform	Fristående leverantörer	Huvud/medleverantörer	Merparten via IG JAS
Övergripande samordning	KFF	FMV/Saab	Fpl – IG JAS FV-syst FMV
Reviravgränsningar	Starka	Minskande	Vissa kvarstående
Användar- medverkan	Betydande	Stor	Minskande
Lagstiftning och regelverk	Begränsat	Betydande	Stort (men till del oklart)
Dokumentationskrav	Måttliga	Större	Stort?

Sammanfattning; övergripande förutsättningar 36

Viktiga arkitekturdrivare:

- Att flygplanen skulle vara ensitsiga (även attack)
- Ökade multirollkrav : integr pres o manövrering mm
- Integrerade funktioner, flera delsystem/utr får gem info
- Landning på korta banor
- Samverkan med marksystemen (bas, stril m fl)
- Hög tillgänglighet o säkerhet: Inbyggd test, FÖ, RUF
- Ändringsbarhet och –snabbhet: ladda program i fpl
- Möjlighet att ta breda livscykelkostnadshänsyn
 - ex tillförlitlighetsåtgärder, standardisering/modularisering

Andra grundläggande förutsättningar:

- Huvudsakligen inhemsk utveckling
- Allmänna teknikutvecklingen, inkl ökande prestanda
- Tillgång till avancerad utländsk teknik & komponenter

Disposition

- A Tidsperspektiv
- B Systemutformning
- C Centrala DB-funktioner
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi
- E Verksamhetsaspekter
- F Erfarenheter & lärdomar**
- G Slutbilder

Erfarenheter & lärdomar 1(3)

System/produktutformning

Systemarkitektur

- Ett strikt "ADS" etc bör definieras.
- med kommunik- och exekverplan
- **Regler** för busskommunikation och exekvering, synkronisering och tid måste ges hög status.
- Bevaka end-to-end delays

Funktions/tjänstearkitektur

- **Hantering av realtid**
 - Händelsstyrda processer svåra att certifiera & dim. driftfall svårbestämda
 - Dataålder från utrustn som ej medger yttre synkronisering

Teknisk Arkitektur

- Flerfrekvenssystem effektiva men kräver omsorg
- Ställ/följ upp DKB kap budget.
- Rate-monotonic gynnsam vid varierande modtider
- Harmoniska frekv bra, helst 2^{**n}
- Bygg in övervakning o mätning i exekutiv
- Bevaka dataintegritet
- Varning & robust åtgärd vid överlast
- Farkostsystem mm behöver non-stop-debugger

Erfarenheter & lärdomar 2(3)

Projekt- och processaspekter

Teknik

- Bra planerad utveckl.miljö (PUS, SEE,IPSE) nödvändig
- Bra realtidsspråk med run-time checks mkt värdefullt för realtid
- Provn i **simulatorer** innan flyg prov/motsv tekn o ekonom nödv PM-sim/PUTS, Sysim, riggar
- Vissa lyckade delar av syst har baserats på tidigare konstr/prot tex CK37 på D2(rb33), D80 på FMD80 (B3LA) .
Reuse men obs Ariane5-syndromet!

Konfigurations-hantering

- Ständig vidare-utveckling kräver strikt CM

Yttre samverkan

- Samordnad datauppdatering av gem. data (ex terrängdata) nödvändig
- Dataomladdning/ändring får ej kräva programcertifiering

Erfarenheter & lärdomar 3(3)

Institutionella aspekter

Samverkande system

- Samordnade projekt nödvändiga inom System_av_System uppbyggnad
- Samordnad CM fordras

Certifiering

- allt mer formaliserad. Stor insats för varje ny konfiguration

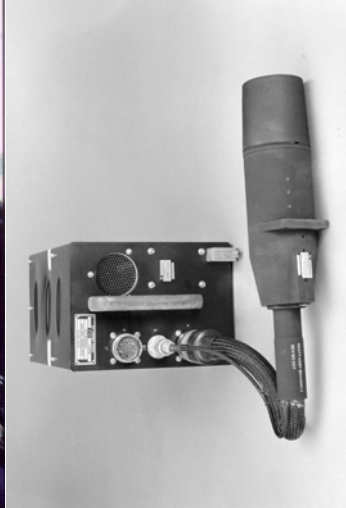
Nya formkrav (ex RML)

- i pågående/genomförd utveckling kan ge stora problem och oklarheter
- Kan begränsa kundens upphandlingsmässiga styrning

**Kvalificerad användar-
medverkan fordras i komplexa
projekt**

Disposition

- A Tidsperspektiv
- B Systemutformning
- C Centrala DB-funktioner
- D Realtid; exekveringsarkitektur/strategi
- E Verksamhetsaspekter
- F Erfarenheter & lärdomar
- G Slutbilder**

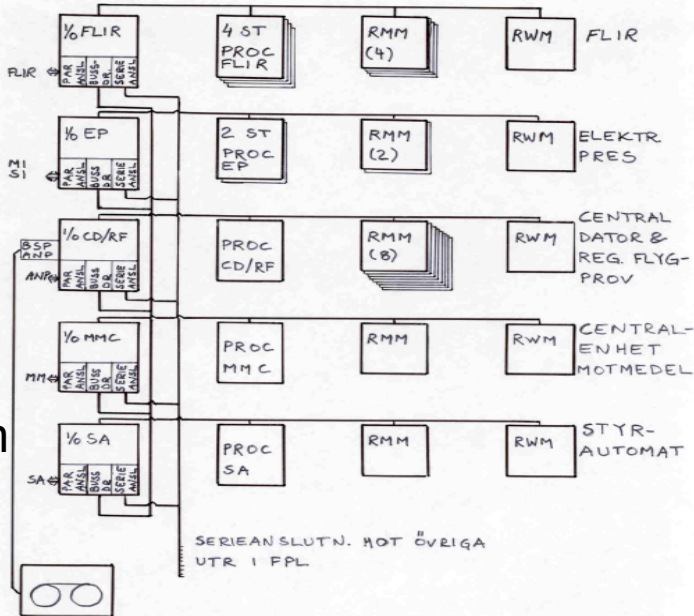


Svenska kabiner 60-99
medur fr överst vänster
J35F, AJ37, EP-13 TV,
JA37, JA37mod, JAS39



Aspekt: Standardisering/modularisering

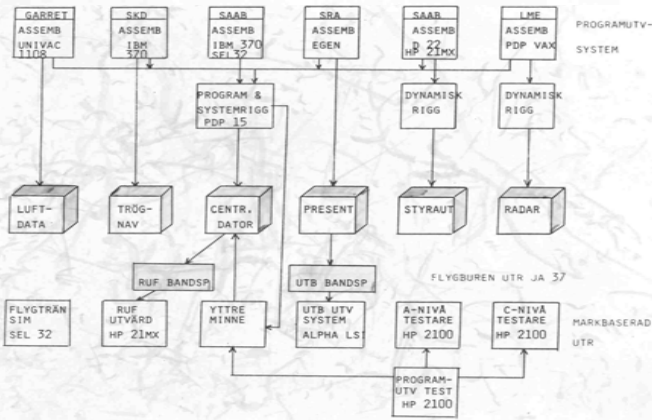
B3LA
D 80
Std-
Dator-
system



BSP FÖR FRGMLAGR, REG MM. ERSÄTTES I SERIE EV. MED FÖRDELAT MASSMINNE

TILLKOMMER: ÖVR DATORMODULER I MOTMEDELSUTE.

PRINCIPSCHEMA DATORSYSTEM 77-07-19

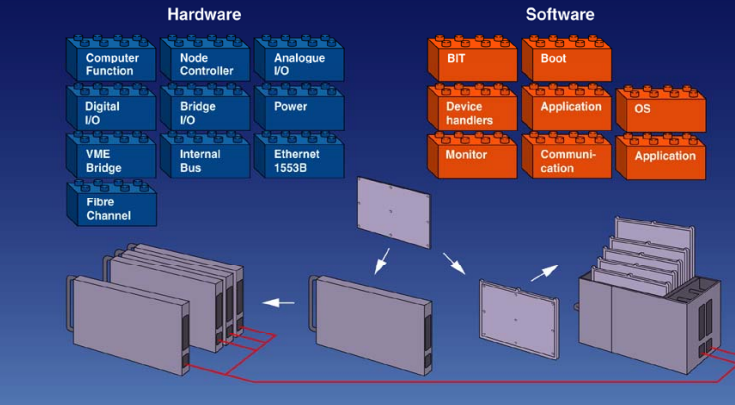


JA 37
Olika
Datorer
och stöd-
system



JAS 39
EP 17
Utbytbara
Panel-
indikatorer

Modular Avionics – Modular Approach



Nästa
Genera-
tion
avio-
nik?

