

Freja



I nordiska mytologin...

... är FREJA kärlekens och fruktbarhetens gudinna. Satelliten FREJA är en vetenskaplig satellit med uppgift att kartlägga en rad fysikaliska fenomen som har i samband med norrskenets uppkomst.

- FREJA som skall styras och kontrolleras från Esrange i Kiruna beräknas ha en livslängd på 1–2 år. Den kommer att befinna sig i en omloppsbana runt jorden i ca 20 år, innan den ramlar ner och brinner upp.

- FREJA är en spinnande satellit på 2,2 m i diameter och väger 256 kg. Spinnaxeln skall peka mot solen för att ge solpanelerna full effekt på ca 160 watt.

- FREJA, som är Sveriges tredje satellit efter Viking och Tele-X, är den första satellit där allt ansvar för konstruktion, integration och test har legat i Sverige.

- FREJA är en uppföljare till Viking med i stort sett samma uppdrag och instrumentering. FREJA kommer dock med sin större kapacitet att kunna göra mätningar med betydligt större upplösning än Viking.

- FREJA skall skjutas upp från Kina med en Långa-Marchen 2C, som är en två-stegs raket, 34 m lång, 3,35 m i diameter och som väger 191 ton. Den kinesiska raketen är en välbeprövad och pålitlig raket, som dessutom är betydligt attraktivare prismässigt än ett västerländskt alternativ.

- Förutom den egenfinansiering som de sju forskarlagen står för när det gäller deras egna experiment, finansieras FREJA:s projekt av: Svenska statspengar 40 %, Tyska staten 25 %, Wallenbergstiftelsen 20 % och övriga svenska företag 10 %. Den totala budgeten för projektet, som leds av Rymdbolaget i Solna, är ca 100 MSEK.

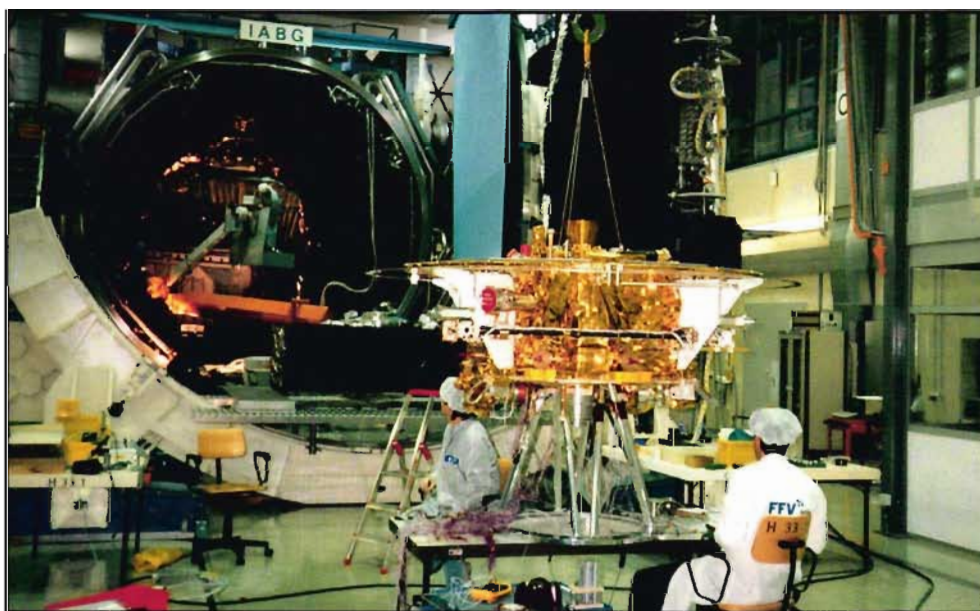
- FFV som är den största underleverantören i projektet har förutom tillverkning av mottagarantenner och termisk beklädnad byggt den elektriska testutrustningen, utfört all montering och integration samt planerat och utfört alla system och miljötester på satelliten.

Huvuddelen av FFV Aerotech:s arbete har bestått i framtagnings av EGSE, Electrical Ground Support Equipment, samt utförandet av allt AIT-arbete. Dvs Assembly, Integration and Test. Arbetet med FREJA har bedrivits i projektform med ett flertal olika sektioner medverkande. Målet har varit att utnyttja företagets hela kompetensbredd samt att sprida de nyvunna kunskaperna inom rymdområdet till en så bred bas som möjligt inom FFV Aerotech.

Huvudansvaret

för projektet har legat under division **Avionik**, avdelning **Systemteknik**. Härifrån har resurser för projektledning, AIT-management, transportadministrering och kvalitetsstyrning hämtats.

- Från avdelning **Flygelektronik** kommer de elektriska testingenjörerna inom projektet. Denna avdelning har också svarat för konstruktion och tillverkning av FREJA:s mottagarantenn.
- Från avdelning **Elektronik** har projektets "Hands-on"-tekniker hämtats. Här har också ansvaret för kablage-tillverkning, kretskortsmontering m.m. legat.
- Teknik-sektionen hos avdelning **Verkstad** har tagit fram batterivårdsanläggningen till EGSE:n.
- Från avdelning **Robot** har resurser för optiska mätmetoder hämtats.
- Från **Volvo Aero Support**, som är delägt av FFV Aerotech, kommer projektets mekaniska testingenjör, VAS har också stått för mekaniska specialarbeten, koordinat-mätning samt kalibrering av mekanisk utrustning.
- **Åsby Service**, som är ett av FFV Aerotech delägt serviceföretag, har svarat för tillverkning av den termiska beklädnaden, bevakningstjänster samt tillverkning av diverse emballage.



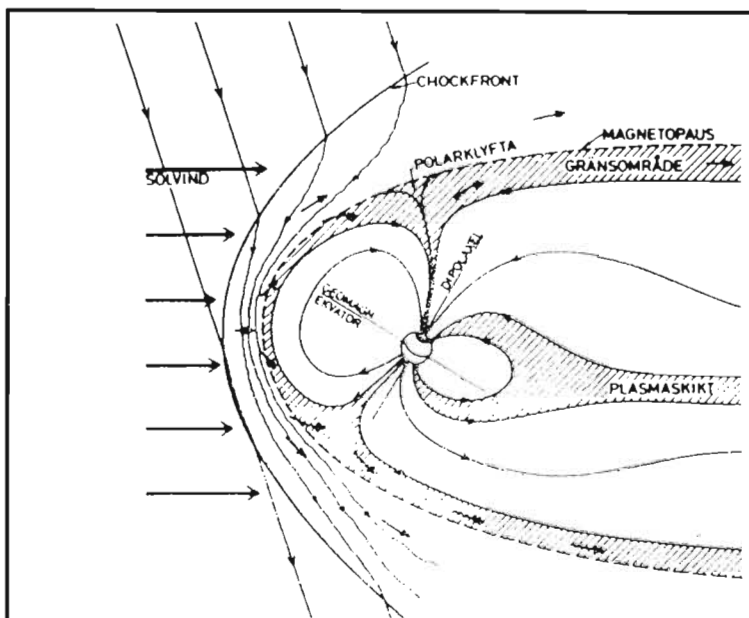
• Förberedelser för test i simulerad rymdmiljö vid IABG, München, Tyskland

Ombord på FREJA finns 7 experiment som skall mäta:

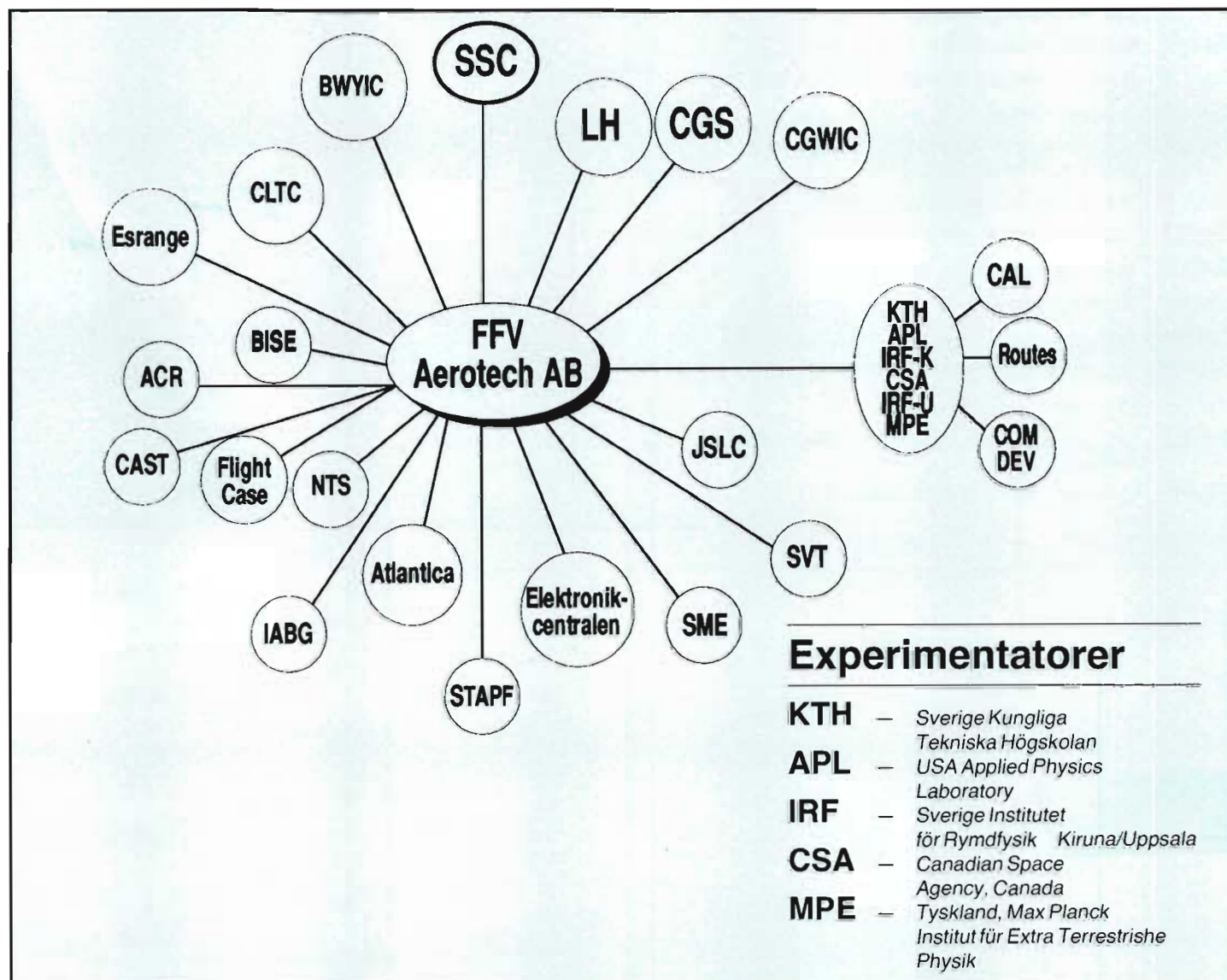
- Elektriska fält
- Magnetiska fält
- Energinivåer, vågbildningar och täthet i den plasma som omger jordens magnetfält
- FREJA skall också göra avbildningar av norrskenet inom det ultraviolette ljusområdet

Förutom det rena grundforskningsmaterial som FREJA skall leverera till forskarna, hoppas man också kunna få svar på hur så kallade solutbrott och magnetiska stormar påverkar jordens miljö, hur dessa påverkar och stör radio- och tele-kommunikationer, hur ställverk och elkraftsdistribution kan slås ut av dessa fenomen etc.

Plasmafysik och norrskenforskning är de områden som forskarna genom FREJA skall inskaffa sig mer kunskap om. Universum består till största delen (cirka 99 %) av plasma, som är materiens 4:e tillstånd efter fast, flytande och gas-form. Solen slungar kontinuerligt iväg plasma ut i rymden. När dessa lösa partiklar, som kallas solvinden, närmar sig jorden stoppas de av jordens magnetfält. En del av dessa partiklar sugas in och accelereras mot jordens magnetpoler. När de sedan kolliderar med jordens atmosfär uppstår det ljusfenomen som vi kallar norrsken.



Att FREJA-projektet är ett internationellt projekt med många kontakter med andra företag inom såväl Sverige som utlandet kan följande bild bekräfta. Detta är ett urval av de organisationer som FFV har kommit i kontakt och arbetat med under projektets gång.

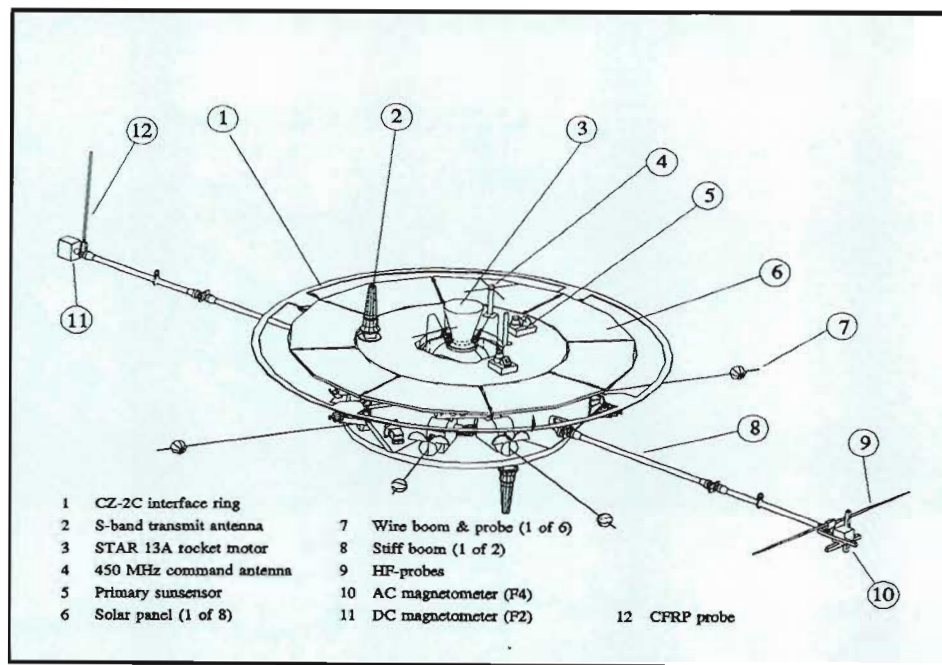
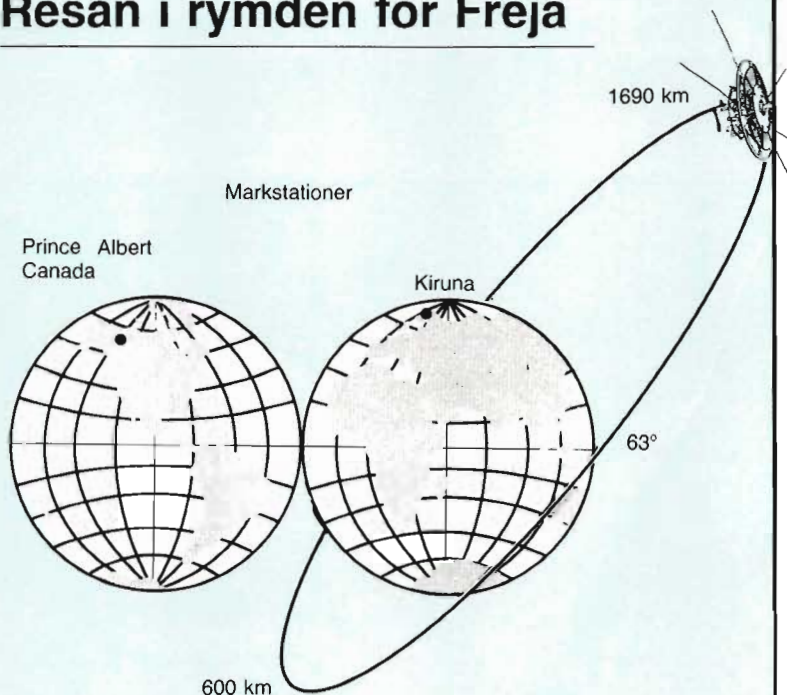


SSC	Stockholm	—	Swedish Space Corporation, Huvudansvarig för Freja	CGWIC	Kina	—	China Great Wall Industry Corporation, (Projektlledning Kina)
ACR AB	Stockholm	—	Tillverkning skrov, solsensorer m m	JSLC	Kina	—	Jiuquan Satellite Launch Central
CLTC	Kina	—	China Satellite Launch and TT&C General	SVT	Sverige	—	Sveriges Television (inspelning av dokumentär)
BWYIC	Kina	—	Beijing Wan Yuan Industry Corp (Raketstillverkare)	SME	Tyskland	—	Tillverkning av solsensorer
CAST	Kina	—	China Academy of Space Technology (kinesisk huvudsatellit)	Elektronikcentralen	Danmark	—	Tillverkning batterier
BISE	Kina	—	Beijing Institute of Structure Engineering (vibrationsprov)	STAPF	USA	—	Termisk beklädnad
LH	Tyskland	—	Lufthansa (reguljära transporter av personal och gods)	Atlantica	Sverige	—	Transportförsäkringar
CGS	Tyskland	—	German Cargo Service, (Chartrad transport till uppskjutningen)	NTS	Sverige	—	Marktransporter
				IABG		—	Rymdmiljötester Tyskland
				Flight Case		—	Ramverk och transport och test-utrustning

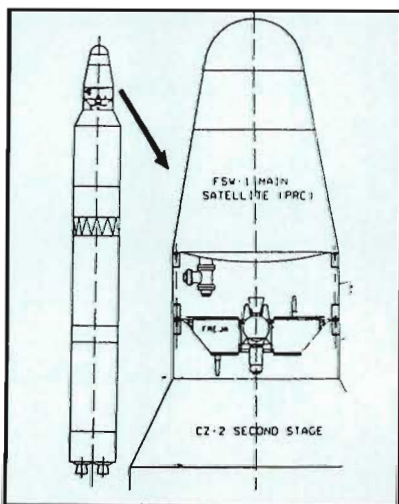
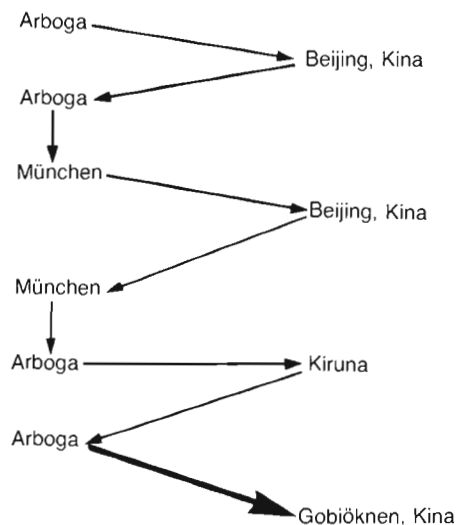
Projekthistorik för FFV:s del

- Jan 88** Arbetet med utveckling av mottagarantennerna påbörjat
- Juni 89** AIT-kontrakt påskrivet. FFV hade då redan under ett halvt år jobbat med projektet
- Nov 89** Satellithallen klar på FFV
- Mars 90** Första vibrationsprovet i Beijing
- Aug 90** Leverans av EGSE
- Feb 91** Integration av FSU, Freja System Unit och första experimentet. KTH:s elfältsexperiment
- Aug 91** Satelliten för första gång flygkonfigurerad
- Sep 91** Aukustikprov i München
- Okt 91** Mass property mätningar i München
- Dec 91** Vibrationsprov i Kina
- Feb 92** Solsimuleringsprov i München
- Feb 92** Magnetiskt miljöprov München
- Apr 92** Markstationstest Kiruna
- Maj 92** Slutligt systemfunktionsprov Arboga med komplett satellit
- Okt 92** Uppskjutning från Gobiöknen Kina

Resan i rymden för Freja

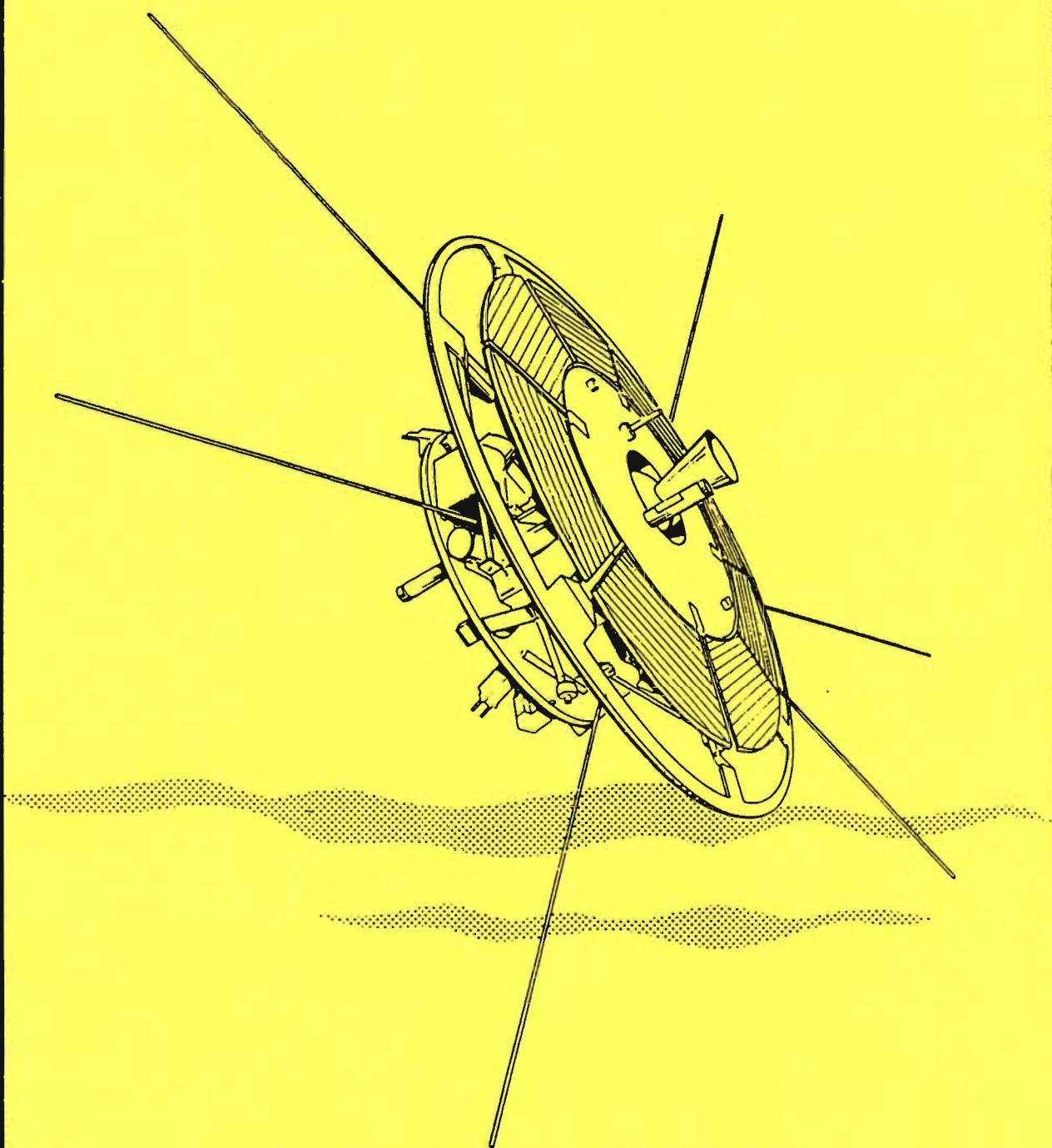


Resor innan rymden



• FREJA monterad på det andra steget av Lång Marchen 2C med den kinesiska huvudsatelliten FSW-1 ovanpå

Projekt FREJA

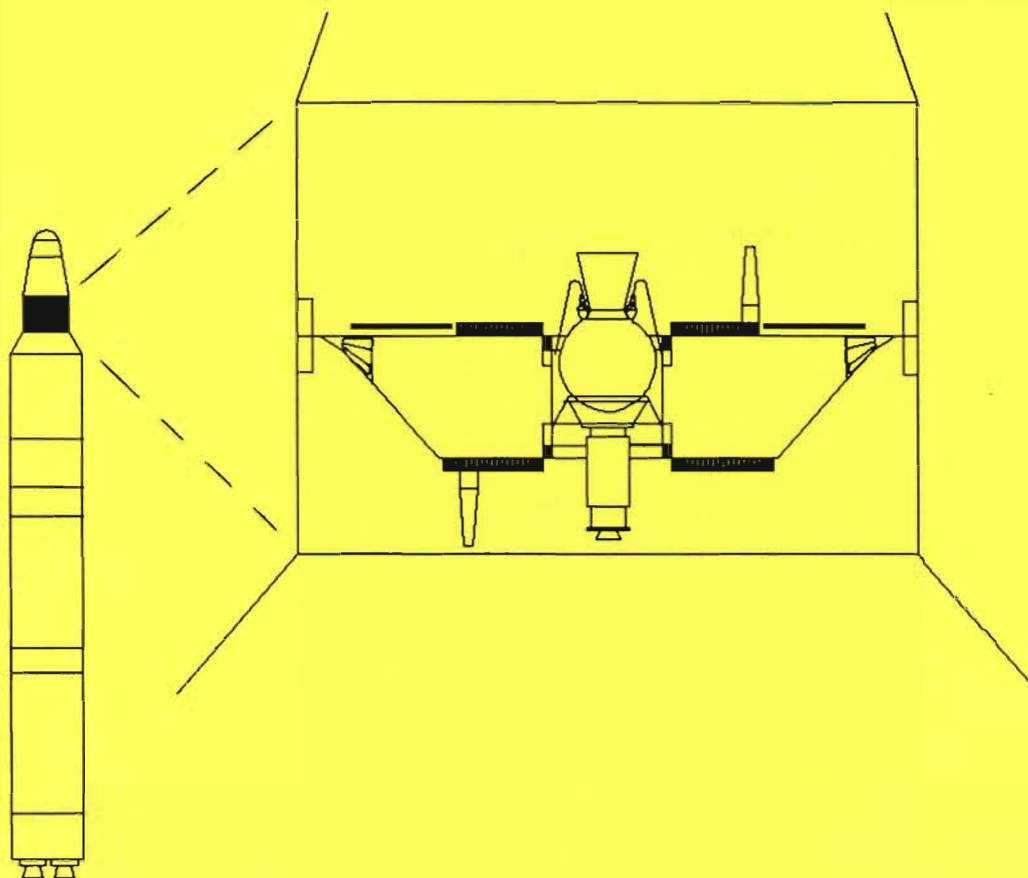


FREJA är vetenskaplig satellit som skall utföra mätningar på norrskenet och på andra fenomen besläktade med norrskenet. FREJA projektet är en uppföljning på VIKING satelliten som sändes upp 1976. Med hjälp av FREJA kommer man för första gången att kunna göra högupplösande mätningar i den övre jonosfären och den nedre magnetosfären.

FREJA är konstruerad som en spinnande disk som är 1 meter hög och 2.2 meter i diameter. Startvikten blir 256Kg. Strukturen består av ett centralrör med 2 stycken plattformar där den övre är täckt med solpaneler. I centralröret finns 2 stycken motorer monterade som pekar upp resp. ner i förhållande till satellitens spinnaxel. I utrymmet mellan plattformarna, som är indelat i 4 sektioner med hjälp av spantväggar, finns det mesta av elektroniken placerad. Hela satelliten kommer att vara klädd med filter uppbyggda av flera lager med folie.

FREJA är ett lågbudgetprojekt i rymdsammanhang med en total budget på ca. 100 miljoner. I det priset ingår allt arbete och hårdvara på satelliten samt uppskjutningen. Arbetet för forskarna och konstruktionen av de olika experimenten ligger ej med i budgeten.

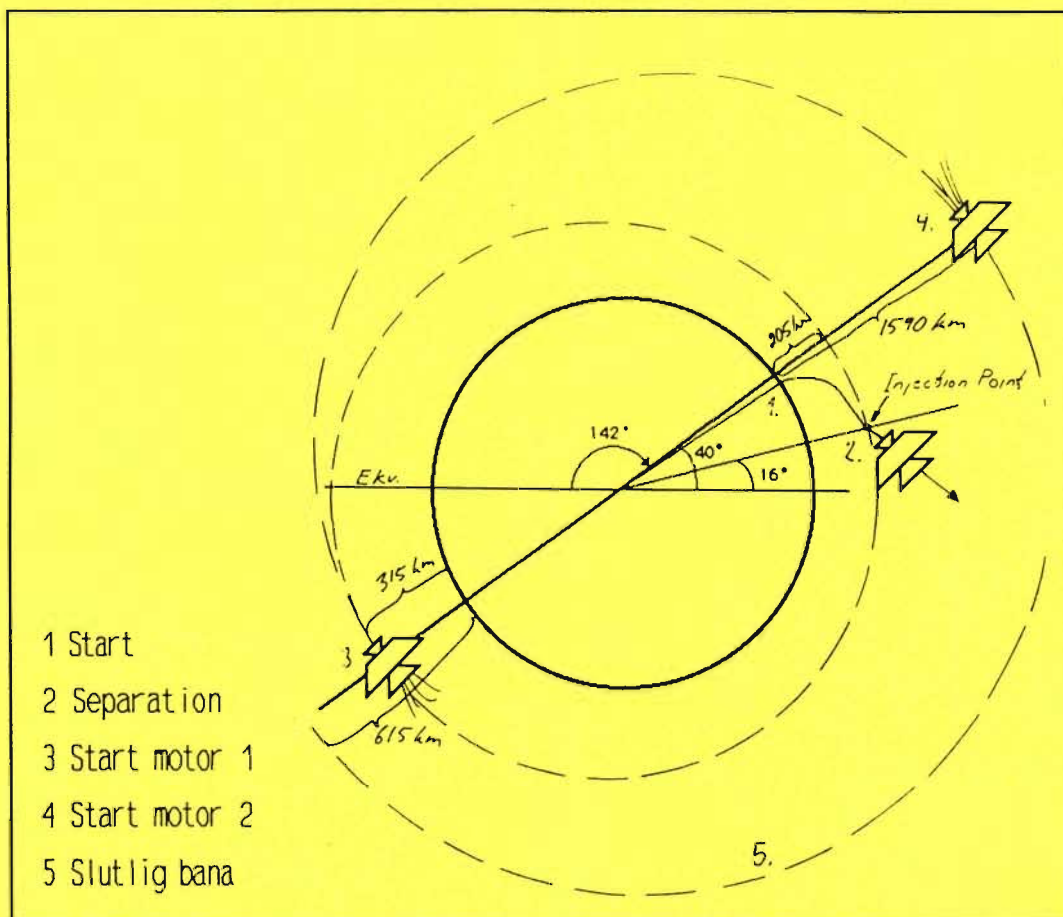
Huvudkontraktör för FREJA är Rymdbolaget i Stockholm. FFV är största underleverantör med ansvar för AIT arbetet (montering, integrering och test). FFV har deltagit i FREJA projektet sen våren 1989 då budgetarbetet påbörjades.



FREJA ska skjutas upp tillsammans med en kinesisk satellit av den kinesiska bärraketen Långa Marschen-2 (CZ-2C). Denna kinesiska raket, som är 34m hög och väger 191 ton, är en väl beprövad konstruktion. Av ca. 15 stycken uppskjutningar sedan mitten på sjuttioatalet har endast en misslyckats, den första. FREJA kommer att placeras i en ca. 2 meter hög sektion direkt under den kinesiska satelliten.

Uppskjutningsplatsen heter Jiuquan Satellite Launch Center och ligger mitt i Gobi-öknen ca. 150 mil väster om Beijing (Peking).





Den kinesiska bärraketen kommer att lyfta FREJA till ca. 300 Km höjd där separation kommer att ske 10 minuter efter start. Vid separationen startar automatiskt datorn ombord som därefter kommer att styra FREJA till rätt plats i rymden. Efter drygt 2 timmar startas den stora motorn ombord som kommer att lyfta FREJA till en oval bana med höjden 300 till 1600Km. Efter ytterligare en timme startas nästa motor som kommer att höja den lägre delen av banan till 600 Km. Nu när FREJA ligger i sin slutliga bana så kommer attitydkontrollsystemet att börja arbeta med att rikta in satelliten mot solen, en uppgift som i sämsta fall kan ta ett dygn. När detta är gjort kan alla sensorer och bommar fällas ut varefter FREJA är klar för användning. I sin slutliga bana, som nästan är nord-sydlig, kommer FREJA att passera markkontrollstationen i Esrange 13 gånger/dag. Vid varje passage kommer operatörerna att ha ca. 15 minuter på sig för att sända kommandon och ta emot data. Bland annat måste operatörerna vrida satelliten 360° under varje år. Detta beror på att solen vrids sig i förhållande till satelliten och man måste hela tiden se till att solen lyser rakt in i solpanelerna. Vridning kommer att ske ungefär var 10:e dag då man styr satelliten från -5° till +5° i förhållande till solen.

Experiment ombord på FREJA

F1 Ett svenskt experiment från KTH i Stockholm. Mätningar kommer att ske på elektriska fält med hjälp av 6 prober som är placerade längst ut på ca. 10 meter långa elkablar. Dessa kablar rullas ut när FREJA är i sin slutliga bana och kommer att ligga på plats med hjälp av rotationsenergin.

F2 Ett amerikanskt experiment från APL/John Hopkins University i Maryland. F2 kommer att mäta magnetiska fält i 3 dimensioner med hjälp av en magnetometer som är placerad längst ut på en 3 meter lång bom.

F3C Ett kanadensiskt experiment från National Reaserch Counsil i Ontario. F3C kommer att utföra mätningar på elektroner med låg energi.

F3H Ett svenskt experiment från Institutionen för Rymdfysik i Kiruna. Med hjälp av en 2-dimensionell och en 3-dimensionell spectrometer kommer F3H att mäta massa och energi på elektroner och joner.

F4 Ett svenskt experiment från Institutionen för Rymdfysik i Stockholm. F4 kommer bland annat att göra låg och högfrekventa mätningar på elektriska fält.

F5 Ett kanadensiskt experiment från University of Calgary. F5 kommer att avbilda auroran med hjälp av 2 stycken UV-kameror.

F67 Ett tyskt experiment från Max-Plank-Institutet i Garching utför Munchen. F67 är egentligen 2 experiment F6 och F7 som delar datorkraft och interface. F6 mäter med hjälp av en spektrometer de elektroner som skapar norrskenet. F7 mäter elektriska fält i flera dimensioner med hjälp av 3 stycken elektronkanoner.

FREJAS ELEKTRONIKSYSTEM

Allt elektriskt i satelliten är på ett eller annat sätt kopplat till FREJA System Unit (FSU). FSU fungerar som satellitens "centraldator" och de huvudsakliga uppgifterna för FSU:n är:

Kraftsystemet

De olika enheterna ombord skall individuellt förses med matningsspänning. Alla matningsspänningar skall vara strömbegränsade och kortslutningsskyddade. Vidare så skall batterierna ombord laddas via solpaneler så att kraft alltid finns när satelliten är i jordens skugga. Om batterierna trots allt börjar bli tomma så skall FSU:n se till så att ett minimum av användare är tillslagna för att spara på strömmen.

Datahantering

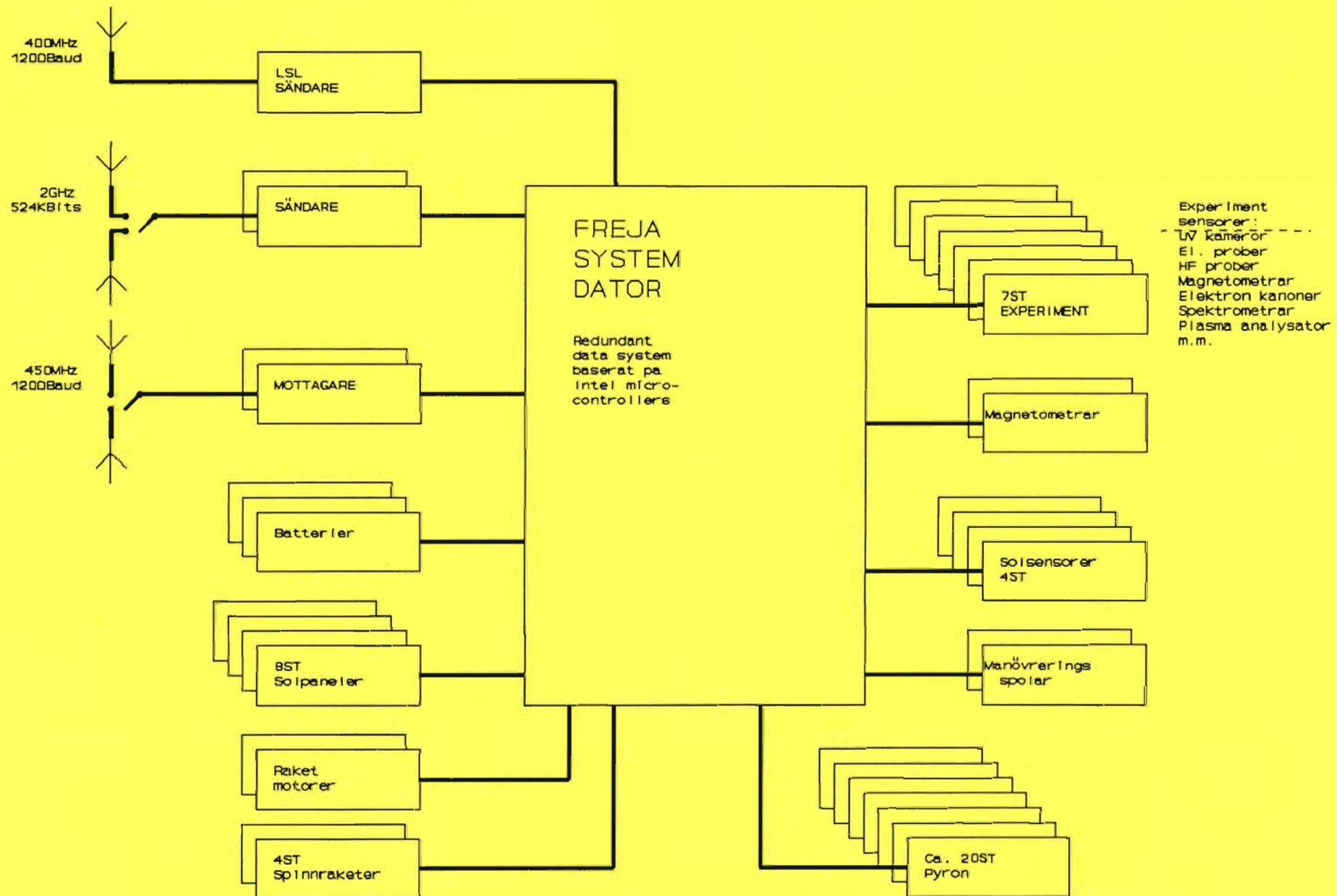
Information från alla experiment kommer att samlas in för överföring till marken via radio. Förutom data från experimenten så kommer plattformdata som t.ex. strömmar, spänningar och temperaturer att sändas till marken. Kommandon från marken kommer också att tas emot och utföras av datasystemet, det kan t.ex. vara till-/från-slag av olika enheter.

Attitydkontroll

Det är väldigt viktigt att FREJAs vinkel mot solen inte blir för stor för då avtar effektiviteten hos solpanelerna. Med hjälp av ett par solsensorer kan man se vilken vinkel spinnaxeln har till solen. Genom att skicka ström genom en spole på satelliten kan man ändra satellitens vinkel. Detta beror på att spolens magnetfält tar "spjärn" mot jordens magnetiska fält. På liknade sätt kan man ändra spinnhastigheten som mäts upp av ett par magnetometrar.

Förutom dessa 3 delsystem så har FSUn många andra uppgifter t.ex. att starta motorer och fälla ut bommar. Nästan alla elektriska delsystem ombord utom experimenten är redundanta. Det innebär att systemen är dubblerade och att ett fel kan uppstå nästan överallt utan att det ska påverka prestandan.

Trots alla dessa funktioner så förbrukar FSUn endast 15W, experimenten förbrukar mellan 5 och 15W styck och övriga enheter ombord förbrukar tillsammans ca. 50W. Det är dock väldigt sällan som allt är på samtidigt. På nästa sida finns ett blockschema som visar hur satellitens elsystem är uppbyggt kring FSUn.



FREJA Projektgrupp

- | | |
|------------------------------|--|
| . Stig Nilsson AS40, | AIT-manager, Projektledare |
| . Mats Larsson AF45, | Elektrisk testingenjör,
biträdande AIT-manager |
| . Sören Andersson AF45, | Elektrisk testingenjör |
| . Roger Eriksson AE75, | AIT-tekniker |
| . Per Winther AE75, | AIT-tekniker |
| . Maj-Britt Danielsson AS03, | Ansvarig för transporter,
försäkringar, export och
import |
| . Hans Petersson VAS MP60, | Mekanisk testingenjör,
ansvarig för produktsäkring |
| . Erik Nylund AS70, | Projektledare till maj 1990
samt ansvarig för transport-
hantering |
-
- För tillverkning av mottagarantennerna och uppmätning av FREJA:s antennförhållanden har Stig Ploby och hans folk på AF13 ansvarat.
 - För tillverkning av den termiska beklädnaden har Göran Widin Åsby Service ansvarat.
 - Batterivårdsanläggningen till EGSE-n är levererad från AV36.
 - Ytbehandling/målning av skrovet har gjorts av Jan Wall m fl hos VAS MR52.
 - Tillverkning av kablage och montering av kretskort m m har gjorts av AE75.
 - Bevakning under vistelser i Kina har gjorts av Åsby Service, numera Securitas.
 - Mekaniskt specialarbete, modifieringar m m: VAS MP30
 - Optiska mätmetoder och utrustning har AR18 hjälpt till med.
 - Telub och Åsby Service har byggt emballage för transporter.
 - VAS MR80 har hjälpt till med koordinatmätning samt kalibrering av mekaniska mätverktyg.

Projektets interna beställare och huvudman är Anders Unell, avdelningschef på avdelning Systemteknik, Avionikdivisionen.