

TECHNISCHE HOGESCHOOL
AFDELING DER LUCHTVAART- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK

Memorandum M - 294

VOORSTEL TOT AANSCHAF VAN EEN
TEKTRONIX 4051 INTELLIGENTE GRAFISCHE TERMINAL
TEN BEHOEVE VAN DE TAAKGROEPEN
"PRESTATIES EN VOORTSTUWING" EN
"BAANMECHANICA VAN RUIMTEVOERTUIGEN"

G.J.J. Ruijgrok

K.F. Wakker

Delft - december 1977

Inhoud

1. Inleiding.
2. Historisch overzicht onderzoek activiteiten.
3. Onderzoek voor de komende jaren.
4. Gebruik rekenapparatuur.
5. Voorgestelde aanschaf.
6. Financiële aspecten.
7. Literatuur.

Aanhangsel : Organisationschema van de Vakgroep "Ontwerpen en Vliegmechanica".

1. Inleiding

In de Vakgroep "Ontwerpen en Vliegmechanica" van de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek is het onderzoek verdeeld over vijf taakgroepen, (zie Aanhangsel), te weten:

- Ontwerpen van vliegtuigen, incl. aerodynamische vormgeving.
- Prestaties en voortstuwing, incl. geluidsonderzoek.
- Baanmechanica van ruimtevoertuigen.
- Raketvoortstuwing.
- Windenergie.

Zowel bij de groep die zich met het geluid van vliegtuigen bezighoudt (in het navolgende voor de eenvoud aangeduid met "groep geluid") als bij de taakgroep die de banen van ruimtevoertuigen bestudeert (in het navolgende aangeduid met "groep satellietbanen") bestaat momenteel een dringende behoefte aan een reken- en apparatuur-besturingsysteem van het type TEKTRONIX 4051 (of een equivalent systeem van een ander fabrikaat).

In deze nota zal eerst een overzicht worden gegeven van de onderzoek-activiteiten van beide groepen, en zal vervolgens de reden van de aanvraag voor dit reken- en besturingsysteem worden gemotiveerd. Daar het hier een gekombineerde aanvraag door twee verschillende groepen betreft zal per hoofdstuk een onderverdeling voor beide groepen worden aangegeven.

2. Historisch overzicht onderzoekactiviteiten

Groep geluid

Aangezien vermindering van de geluidsproductie een belangrijk uitgangspunt is bij het ontwerpen van vliegtuigen en vliegtuigvoortstuwingsinstallaties, wordt in het kollege en oefeningenprogramma van de Vakgroep "Ontwerpen en Vliegmechanica" ook aandacht gegeven aan de onderwerpen geluid en geluidshinder van vliegtuigen.

Ter vergroting van kennis en inzicht in de praktische vraagstukken van de geluidmeet- en herleidingsmethoden is omstreeks 1972 een meetmethode ontwikkeld voor het bepalen van de akoestische eigenschappen van vliegtuigen gedurende overvliegen (lit. 1-6). Door middel van geluidsanalyses in tertsbanden zijn tot nu toe de aktuele geluidgegevens bepaald van een aantal representatieve lichte schroefvliegtuigen, waarvoor de metingen zijn uitgevoerd op het vliegveld "Midden-Zeeland" (lit. 7-14). De keuze van het type

vliegtuigen hield o.a. verband met het feit dat over dit type geluidsbron zeer weinig bekend was.

Op grond van de opzet van het meetprogramma bleek het mogelijk ook in wetenschappelijke zin duidelijk bijdragen te leveren aan de bestrijding van de geluidshinder-problematiek. Uitgaande van de verkregen resultaten worden thans dan ook twee onderzoekactiviteiten uitgevoerd:

a. Onderzoek betreffende de geluidsbelasting rondom terreinen voor de lichte luchtvaart

De ontwikkelde meet- en herleidingsmethode en de verkregen resultaten worden gebruikt als basis voor het onderzoek naar de lawaai-belasting veroorzaakt door de "general-aviation" vliegtuigen. Behalve de bepaling van actuele geluidssituaties, wordt ook onderzoek verricht naar de invloed van gewijzigde vliegprocedures ter vermindering van de geluidsoverlast. In dit verband is door de betrokken medewerkers reeds meerdere malen steun verleend bij het tot stand komen van - door instanties buiten de TH-Delft opgestelde - rapporten betreffende geluidshinder van vliegtuigen (zie b.v. lit. 15-16). Bovendien zijn de vliegvelden voor de lichte luchtvaart nader in de belangstelling gekomen, daar in het kader van de wijziging van de Luchtvaartwet ook rondom deze vliegvelden zonering zal moeten worden toegepast. Vooruitlopend op deze wetswijziging is door de "groep geluid" een - van de bestaande Kostenformule afwijkend - rekenmodel ontwikkeld voor de bepaling van de lawaai-belasting rondom lichte luchtvaartterreinen, uitgedrukt in een tijdgeïntegreerd geluidsniveau (lit. 17).

Inmiddels heeft het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne de "groep geluid" verzocht studies betreffende de lawaai-belasting rondom een aantal vliegvelden uit te voeren, waarvoor de gegevens van het luchtverkeer worden verstrekt door de Rijksluchtvaartdienst. De resultaten van dit onderzoek zullen mede van invloed zijn op de keuze van lokaties voor een door genoemd Ministerie uit te voeren "belevingsonderzoek", waaruit de uiteindelijke relatie geluidsbelasting-hinder moet volgen.

b. Onderzoek naar de akoestische eigenschappen van vliegtuigeluidsbronnen

De karakteristieke akoestische grootheden, die volgen uit de uitgevoerde vluchtmetingen worden in eerste instantie gebruikt voor het opsporen van dominante geluidsbronnen. Het uiteindelijke doel dat hierbij wordt nagestreefd is het opstellen van predictiemethoden voor de berekening van de geluidseigenschappen van de verschillende geluidsbronnen, en het ontwikkelen van

ontwerpmaatregelen ter vermindering van de geluidsproductie van toekomstige vliegtuigen (lit. 18). Een noodzakelijke voorwaarde hiervoor is b.v. dat van deze geluidsbronnen de frequentiespectra bekend zijn in afhankelijkheid van de ontwerp en operationele variabelen. Teneinde theoretische modellen van de geluidsuitstraling in praktische zin te kunnen toepassen, dienen deze te worden aangevuld met experimentele gegevens. Hiervoor zijn door andere onderzoekers vliegtuiggeluidsbronnen in hoofdzaak getest onder statische omstandigheden op de grond.

Mede door de hier uitgevoerde vluchtmetingen is thans duidelijk geworden dat belangrijke verschillen in de frequentiespectra optreden indien resultaten van statische metingen worden vergeleken met die verkregen uit vluchtmetingen (lit. 19). Op grond van deze waarnemingen wordt thans, o.a. in de U.S.A., hernieuwd onderzoek verricht naar de geluidskarakteristieken onder actuele vluchtomstandigheden, teneinde bestaande geluidspredictiemethoden te kunnen verbeteren.

Uit theoretische beschouwingen en nadere interpretatie van de meetresultaten is dezerzijds echter vastgesteld dat verwacht kan worden dat een belangrijk deel van de waargenomen verschillen wordt veroorzaakt door de invloed van grondreflektie als gevolg van de veranderde meetgeometrie bij de vluchtmetingen, welke geometrie bovendien varieert gedurende het vliegen over de microfoon (lit. 20-21). Duidelijk is dat, wil men de benodigde theoretische beschrijving van een geluidsbron toetsen en aanvullen met experimentele gegevens, de testresultaten moeten kunnen worden vertaald naar de zogenaamde akoestische vrije-veld konditie, waaronder uiteraard een theoretisch model uitsluitend kan worden opgesteld. Omgekeerd zal voor het voorspellen van het waargenomen geluid het theoretische model moeten worden gekorrigeerd voor de invloed van de grond.

Voor het onderzoek naar geluidreduktie van de bron zal eerst een uitvoerig experimenteel onderzoekprogramma naar de invloed van grondreflektie op het gemeten geluid worden uitgevoerd. Hiervoor bleek het nodig bij de aanwezige Brüel & Kjaer geluidmeter met de mogelijkheid tot tertsbandenanalyses, aanvullende apparatuur aan te schaffen in de vorm van een nauwbandige spectrumanalysator met konstante bandbreedte (B & K type 2031). Dit i.v.m. de bijzondere eigenschappen van het geluidsignaal afkomstig van vluchtmetingen, waarbij elke uitgestraalde frequentie varieert door de optredende Dopplerverschuiving en het sterk niet-stationaire karakter van het geluid als functie van de tijd, juist als gevolg van de grondreflektie. Gezien het verwachte zeer grote aantal meetgegevens, heeft laatstgenoemd apparaat het grote en noodzakelijke voordeel van een digitale output van de analyse resultaten.

Groep satellietbanen

Omstreeks 1970 werd besloten dat een deel van het onderzoek van de Vakgroep "Ontwerpen en Vliegmechanica" zou worden gericht op de baanberekening van satellieten en andere ruimtevoertuigen. Deze beslissing kwam enerzijds voort uit de wens het tot de Vakgroep behorende onderzoekterrein van de vliegmechanica van vliegtuigen uit te breiden met de baanmechanica van ruimtevoertuigen, en sloot anderzijds aan bij de toenmalige ontwikkeling van een Nederlandse satelliet (de Astronomische Nederlandse Satelliet ANS, die gebouwd is door Fokker en Philips).

In de beginjaren was het onderzoek vooral gericht op de ontwikkeling van methoden voor de baanvoorspelling van satellieten (lit. 22-34). Hierbij zijn door verschillende studenten detailonderzoeken uitgevoerd naar de effecten van specifieke stoorkrachten op de baan van een satelliet. Dit resulteerde eind 1973 in het gereedkomen van een rekenprogramma waarmee de baan van een satelliet over langere periode redelijk nauwkeurig kon worden voorspeld.

Begin 1973 werd van een groep astronomen, werkzaam bij het Laboratorium voor Ruimteonderzoek van de Rijksuniversiteit te Groningen, het verzoek ontvangen of de "groep satellietbanen" gedurende de gehele operationele fase van de ANS-vlucht, die meer dan 1½ jaar zou duren, wekelijks baanvoorspellingen wilde leveren. Deze astronomen verrichtten met één van de wetenschappelijke experimenten in de ANS waarnemingen aan sterren en hadden voor het efficiënt plannen van deze waarnemingen behoefte aan dergelijke baanvoorspellingen. De Vakgroep heeft aan dit verzoek voldaan, en wel voornamelijk om twee redenen. Ten eerste zou praktische ervaring worden verkregen in het type problemen dat bij de operationele baanberekening van satellieten optreedt, en tentweede zouden op deze wijze belangrijke internationale kontakten kunnen worden gelegd met die buitenlandse, bij het ANS-project betrokken instellingen, die een vooraanstaande plaats innemen op het terrein van de baanberekening van satellieten. Als voorbeeld kunnen worden genoemd: het European Space Operations Centre (ESOC) in Darmstadt en het NASA Goddard Space Flight Center te Greenbelt (Maryland). Alleen door deelname aan een project waarbij ook dergelijke grote centra zijn betrokken, kan op daadwerkelijke steun van die organisaties worden gerekend.

In de periode augustus 1974 tot mei 1976 werden door de "groep satellietbanen" vele baanvoorspellingen gegenereerd (lit. 35-37), die alle geheel voldeden aan de eisen van de Groningse astronomen. Eind 1976 is een project gestart om de grote hoeveelheid baangegevens, die uit het ANS-project ter beschikking staan, te verwerken. Verwacht wordt dat hieruit nog veel waarde-

volle informatie kan worden verkregen, zowel over de nauwkeurigheid van de toegepaste rekenmethoden als over de invloed van bepaalde geofysische processen op de baan van een satelliet (lit. 38).

In 1975 is een samenwerking tot stand gekomen tussen de "groep satellietbanen" en de Werkgroep Satellietgeodesie van de Afdeling der Geodesie van de TH-Delft. De Werkgroep Satellietgeodesie beschikt te Kootwijk over een eigen observatorium en verricht daar ondermeer met behulp van een laser afstandmetingen aan satellieten. Om deze laser op de (met het blote oog onzichtbare) satelliet te kunnen richten moet de baan van de satelliet kunnen worden voorspeld. Hiervoor was de "groep satellietbanen", ondermeer door de in het ANS-project opgedane kennis en ervaring, de aangewezen partner. Omdat de vereiste nauwkeurigheid van de baanvoorspelling in dit geodetische project veel hoger was dan in het ANS-project kon het voor de ANS baanberekeningen toegepaste rekenprogramma niet worden gebruikt. Een aantal studies zijn toen verricht naar methoden om hogere-orde storingen in de baan van een satelliet nauwkeurig te kunnen berekenen (zie b.v. lit. 39-42). Uiteindelijk is besloten om voor de operationele laser afstandmetingen uit te gaan van een bij het Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) te Cambridge (Massachusetts) speciaal voor dergelijke lasermetingen ontwikkeld rekenprogramma. Door de "groep satellietbanen" werd dit programma ingrijpend gewijzigd; zowel omdat het geschikt moest worden gemaakt voor verwerking op de centrale IBM-computer van het Rekencentrum (het oorspronkelijke programma was voor een CDC-machine geschreven) alsook om het aan te passen aan de specifieke wensen van de Werkgroep Satellietgeodesie (lit. 43). Behalve een aanzienlijke verdieping van de kennis op het gebied van geavanceerde methoden voor de berekening van satellietbanen, is voor de "groep satellietbanen" uit deze activiteiten een duurzaam contact tot stand gekomen met het SAO, dat als één van de meest vooraanstaande instituten op het gebied van de geofysica en de satellietdynamica moet worden beschouwd.

Sinds zomer 1976 wordt dit programma op operationele basis gebruikt voor de laser afstandmetingen vanuit Kootwijk. Op verzoek van geodeten uit Duitsland, Finland, Italië, Tsjechoslowakije en Zwitserland zijn kopieën van het rekenprogramma ook ter beschikking gesteld van deze buitenlandse geodetische observatoria.

In 1977 werden door de Werkgroep Satellietgeodesie en de "groep satellietbanen" de plannen geformuleerd voor een samenwerkingsproject met als

titel: "Het geodetisch en geofysisch gebruik van satellietbanen". Dit projekt zal van medio 1978 tot eind 1981 lopen. Voor wat betreft de "groep satellietbanen" zal het onderzoek hierbij vooral liggen op de navolgende deelgebieden:

- het bepalen van de baan van een satelliet uit lasermetingen,
- het verbeteren van baanvoorspellingsmethoden ten behoeve van het geodetische waarnemingswerk,
- het opdoen van ervaring met geavanceerde modellen voor de satelliet-dynamica, mede ten aanzien van de schatting van geofysische en geodetische parameters.

Ter voorbereiding van dit projekt zijn al een aantal voorstudies verricht naar de methoden om de baan van een satelliet uit waarnemingen te bepalen (lit. 44-46). Voor de aanschaf van een voor dit onderzoekprojekt gewenst rekenprogramma is een financiële bijdrage uit de Beleidsruimte 1978 verkregen.

3. Onderzoek voor de komende jaren

Groep geluid

Het eerder besproken onderzoek naar de invloed van grondreflektie zal de komende jaren een groot deel van de beschikbare tijd vragen van de "groep geluid", die thans wordt gevormd door twee leden van de wetenschappelijke staf en twee technische stafleden. Zo mogelijk zullen studenten hierbij worden betrokken, die - zoals tot heden is gebeurd - detailonderzoeken verrichten in het kader van hun hogere-jaarsstudie.

Ten aanzien van de direkte metingen geldt dat éénduidige resultaten uitsluitend worden verkregen bij een normale (gemiddelde) luchttemperatuur en luchtvochtigheid, en bij zeer geringe windsnelheden. Dit betekent dat voor onderzoek bruikbare metingen i.h.a. slechts mogelijk zijn gedurende enkele achtereenvolgende uren van de dag, welke perioden zich vooraf moeilijk laten voorspellen. Om deze reden dienen de uitvoerige analyses van het geluid en de herleiding hiervan direkt en snel te worden uitgevoerd om de basisinformatie op de meetlokatie voortdurend onder de gewenste operationele en geometrische omstandigheden te kunnen verkrijgen. Ten opzichte van het oorspronkelijke geluidmeetprogramma, uitgevoerd bij één bepaalde microfoonhoogte, zal dit onderzoek leiden tot een aanzienlijke toename van het aantal geluidsregistraties, aangezien de gezochte gegevens worden gevonden door de microfoonhoogte per meetrun in kleine stappen te variëren.

Groep satellietbanen

Voor de komende jaren zal de groep bestaan uit twee leden van de wetenschappelijke staf en een lid van de technische staf. Verder nemen per jaar gemiddeld drie hogere-jaars studenten aan het onderzoek deel.

Naar verwachting zal het in het bovenstaande genoemde samenwerkingsproject met de Werkgroep Satellietgeodesie voor de komende jaren circa de helft van de beschikbare manuren vragen. Naast theoretisch onderzoek zal er in dit project veel aandacht worden besteed aan de snelle verwerking van de meetgegevens en het overzichtelijk (grafisch) presenteren van de resultaten. Dit is noodzakelijk omdat deze resultaten de basis vormen voor volgende lasermetingen.

De overige tijd zal worden besteed aan de reeds genoemde verwerking van de baangegevens uit het ANS-project, algemene studies op het gebied van de berekening van satellietbanen, en mogelijk aan studies die verband houden met een tweede Nederlandse satelliet, die omstreeks 1981 gelanceerd zal worden: de Infra-Rood Astronomische Satelliet (IRAS).

4. Gebruik rekenapparatuur

Afgezien van enige zakrekenmachines en een (verouderde) tafelrekenmachine beschikt de Vakgroep "Ontwerpen en Vliegmechanica" niet over eigen rekenapparatuur. Voor het verwerken van rekenprogramma's is de Vakgroep dan ook uitsluitend aangewezen op de centrale IBM-computer van het Rekencentrum. Voor het rekenen op deze centrale computer beschikte de "groep geluid" voor 1977 over een budget van f 15.000 en de "groep satellietbanen" over een budget van f 60.000. Voor 1978 zal de "groep geluid" over een rekenbudget van f 27.000 beschikken en de "groep satellietbanen" over een algemeen rekenbudget van f 60.000 en voor het samenwerkingsproject samen met de Werkgroep Satellietgeodesie over een extra budget van f 34.800

Groep geluid

De bedragen gemoeid met de verwerking van de geluid-rekenprogramma's op de IBM-computer geven aan dat de "groep geluid" tot nu toe een relatief "matig" gebruiker is geweest.

Het thans lopende onderzoekprogramma zal zeker een toename van de benodigde rekentijd veroorzaken, aangezien voor een zeer groot aantal geluidsregistraties het frequentiespectrum dient te worden bepaald over tijdsintervallen van 20 milliseconde. Dit bij een gemiddelde duur van elke geluidsregistratie van 50 seconde. Dit impliceert tevens dat voor de mogelijkheid om de

beoogde analyses uit te voeren van essentiële betekenis is dat de genoemde analysator en de (analoge) tape-recorder kunnen worden bediend door middel van een programmeerbare stuureenheid. Hierbij geldt dat in de naaste toekomst nog enige uitbreiding van apparatuur wordt voorzien in de vorm van een "zoom"-eenheid, waarmee gedeelten van het spectrum zeer nauwbandig kunnen worden geanalyseerd. Ook dit apparaat zal moeten worden bestuurd met dezelfde stuureenheid.

Afgezien van zeer lange verwerkingstijden, is handbesturing al om fysieke redenen onmogelijk, indien de tijdsintervallen van 20 milliseconde worden beschouwd.

Daarnaast is van even essentiële betekenis dat voor de grote hoeveelheid uitvoergegevens een mogelijkheid tot data-opslag aanwezig is. Deze gegevens moeten dan op een later tijdstip aan de IBM-computer worden toegevoerd. Ter beperking van de rekentijd op de IBM-computer is het van belang tevens te beschikken over een beperkte rekenkapaciteit om uitsluitend bruikbare uitvoergegevens te kunnen selekteren. Voor de kommunikatie met de IBM-computer is een direkte lijn onontbeerlijk.

Groep satellietbanen

De voor de baanberekening van satellieten toegepaste rekenprogramma's zijn over het algemeen vrij omvangrijk (benodigd geheugen groter dan 256k bytes en CPU-tijden van 5 minuten tot 1 uur op de IBM 370/158), zodat de programma's vooral 's nachts op de centrale computer van het Rekencentrum worden verwerkt.

Voor de kommunikatie met deze computer, zowel voor wat betreft het starten van de rekenprogramma's (inklusief het genereren van startprogramma's) als voor het verwerken van de rekenresultaten wordt intensief gebruik gemaakt van de aan de Afdeling beschikbare alfanumerieke terminals. Met het toenemen van het aantal beschikbare rekenprogramma's, maar vooral met het toenemen van de complexiteit hiervan, is de afgelopen tijd een sterke toename opgetreden in de gebruiksduur van deze terminals door de "groep satellietbanen". Het blijkt dan dat de terminals vooral worden gebruikt voor het genereren en testen van de stuurprogramma's voor de eigenlijke grote rekenprogramma's, en voor het samenstellen van de noodzakelijke invoerparameters voor deze programma's. Dit zal de komende jaren nog aanzienlijk verder toenemen, daar reeds bekend is dat het uit de Beleidsruimte 1978 aan te schaffen rekenpakket een bijzonder complex stuurprogramma vereist, waarvan de voor-

bereiding op de terminal één à twee uur per run zal vergen. Hierin is slechts ten dele het onderhoud van diverse permanente gegevensbestanden begrepen, terwijl de variabele invoer-datasets eveneens bijzonder bewerkelijk kunnen zijn. Het uitbuiten van de mogelijkheden van bovengenoemd rekenprogramma, in combinatie met de operationele runs voor de snelle verwerking van recente (minder dan 1 dag oude) laser metingen, zal op zichzelf reeds tot een behoefte van meer dan 2 uur terminal-tijd per dag leiden.

Een nieuw aspect van het huidige en toekomstige werk is de snel toenemende stroom van onderzoekresultaten die via print-outs onvoldoende toegankelijk zijn, terwijl de bestaande plotfaciliteiten vanwege de vereiste gekompliceerde programmatuur weinig flexibel zijn. Teneinde de resultaten snel op hun waarde te kunnen beoordelen en de daaruit volgende noodzakelijke acties te kunnen ondernemen is een flexibele visuele weergavemogelijkheid onontbeerlijk. Dit is een faciliteit die momenteel ten ene male ontbreekt. Tenslotte zullen de overige onderzoekactiviteiten van de "groep satellietbanen" eveneens het gebruik van een terminal blijven vragen, waardoor het dagelijks gebruik drie tot vier uur zal bedragen.

Men kan momenteel konstateren dat de bezettingsgraad van het IBM-rekensysteem, met de daarmee verbonden randapparatuur, dermate hoog is geworden dat de huidige werkwijze via de terminals steeds inefficiënter wordt. De ervaring leert dat het "editen", wijzigen en "saven" van datasets onder het time-sharing systeem (TSO) steeds trager verloopt, hetgeen naar verwachting nog zal toenemen. Een en ander zal voor bovenstaande werkzaamheden tot ontoelaatbare vertragingen leiden.

Daarnaast bestaat het probleem dat de terminals ook door steeds meer studenten in toenemende mate voor studie-opdrachten worden gebruikt. Dit is mede de oorzaak van het feit dat het steeds moeilijker wordt een terminal voor langere tijd te reserveren.

De oplossing voor deze moeilijke situatie is dat de "groep satellietbanen" voor enige uren per dag de beschikking krijgt over een terminal die aan de navolgende eisen voldoet:

- mogelijkheid om lokaal (off-line) programma's samen te stellen en te testen,
- direkte lijn met de centrale IBM-computer om deze programma's over te zenden, en om de rekenresultaten terug te halen,
- mogelijkheid om lokaal (off-line) deze resultaten te kunnen weergeven, zowel alfanumeriek als grafisch,

- beschikbaar hebben van een beperkte rekenkapaciteit om de resultaten te kunnen voor-verwerken.

5. Voorgestelde aanschaf

Voor de kontinuering van het onderzoek van de "groep geluid" en de "groep satellietbanen" bestaat dringend behoefte aan een reken- en besturingssysteem, waarvan de specifieke eisen in het voorafgaande zijn beschreven.

Een nauwgezet onderzoek, waarbij mede een beroep is gedaan op bij het Rekencentrum aanwezige deskundigheid, heeft geleerd dat door aanschaf van een TEKTRONIX 4051 aan al deze eisen gelijktijdig kan worden voldaan. Deze TEKTRONIX zal door elk van beide groepen drie à vier uur per dag worden gebruikt, waardoor een hoge bezettingsgraad wordt gegarandeerd. Doordat het apparaat direkt gekoppeld moet worden aan de reeds aanwezige geluidapparatuur zou het moeten worden geplaatst op kamer 803 van de hoogbouw van de Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek. Dit levert voor de "groep satellietbanen" geen probleem daar ook de bij dit onderzoek betrokken medewerkers en studenten op de 3^e verdieping zijn gehuisvest.

6. Financiële aspecten

Naar schatting zal met de aanschaf van dit rekensysteem en bijbehorende accessoires, een bedrag van f 44.500 gemoeid zijn, dat als volgt gesplitst kan worden:

- TEKTRONIX 4051, 16k geheugen	f 30.000,--
- data communications interface	f 5.000,--
- editor ROM	f 2.000,--
- binary program loader ROM	f 650,--
	f 37.650,--
- 18% BTW	f 6.777,--
Totaal	f 44.427,--

Hiervan zal circa f 25.000,-- gefinancierd kunnen worden uit de voor 1978 reeds ingediende begroting, code 54. Het resterende bedrag zal alsnog in een gewijzigde begroting worden opgenomen, en naar verwachting voor deze aankoop ter beschikking komen.

De maandelijkse lasten van het systeem zullen bestaan uit:

- huur modems + telefoonlijn	f 125,--
- onderhoudskontraakt voor bovengenoemde apparatuur	f 175,--
Totaal	f 300,--

7. Literatuur

"groep geluid"

1. G.J.J. Ruijgrok : Measurements of external sound from light propeller-driven aircraft, Delft Progress Report, Series C, Vol. 1, Sept. 1975.
2. G.J.J. Ruijgrok : Geluid van lichte vliegtuigen, Jaarboek 1974, Nederlandse Vereniging voor Luchtvaarttechniek.
3. G.J.J. Ruijgrok : Onderzoek naar het geluid van lichte schroefvliegtuigen, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-229, 1975.
4. Th. v. Holten, P. Kapteyn, : Beschrijving van een fotografische methode
G.J.J. Ruijgrok, ter bepaling van de vliegbaan in de stijgvlucht na de start ten behoeve van geluidmetingen, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-206, 1973.
C. Vermeulen
5. F.W.J. van Deventer : Review of aircraft noise research at Delft University of Technology, Garteur 5, Specialist meeting propeller and helicopter noise, Paris, June 1-2, 1977.
6. D.W. Andrews, : Description of noise measurement and
D.W. Durenberger analysis procedures developed for light general aviation aircraft, Dept. of Aerospace Engineering, Report LR-246, 1977.
7. Th.v. Holten, : Geluidmetingen aan het vliegtuigtype Piper
P. Kapteyn, PA-24-250 Comanche, Onderafdeling der
G.J.J. Ruijgrok Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-190, 1973.
8. Th. v. Holten, : Geluidmetingen aan het vliegtuigtype Piper
P. Kapteyn, PA-30 Twin Comanche B, Onderafdeling der
G.J.J. Ruijgrok Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-197, 1973.

9. Th. v. Holten, : Geluidmetingen aan het vliegtuigtype Piper
P. Kapteyn, PA-34 Seneca, Onderafdeling der Vliegtuig-
G.J.J. Ruijgrok bouwkunde, Memorandum M-217, 1974.
10. Th. v. Holten, : Geluidmetingen aan het vliegtuigtype Piper
P. Kapteyn, PA-28 R-200 Arrow, Onderafdeling der Vlieg-
G.J.J. Ruijgrok tuigbouwkunde, Memorandum M-218, 1974.
11. P. Kapteyn, : Geluidmetingen aan het vliegtuigtype Piper
G.J.J. Ruijgrok PA-28-140 B Cherokee, Onderafdeling der
Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-210, 1974.
12. Th. v. Holten, : Geluidmetingen in stationaire stijgvluchten
G.J.J. Ruijgrok en horizontale vluchten aan het vliegtuig-
type Piper PA-28-140 Cherokee, Onderafde-
ling der Vliegtuigbouwkunde, Memorandum
M-229, 1975.
13. F.W.J. van Deventer, : Enige resultaten van geluidmetingen aan het
G.J.J. Ruijgrok vliegtuigtype Piper PA-18-150 Super Cub uit-
gerust met sleepnet, Onderafdeling der Vlieg-
tuigbouwkunde, Memorandum M-237, 1975.
14. F.W.J. van Deventer, : Results of noise measurements of the general
G.J.J. Ruijgrok, aviation aircraft type Cessna F 172 M,
C. Vermeulen Dept. of Aerospace Engineering, Memorandum
M-249, 1976.
15. G.J.J. Ruijgrok, : Hoofdstuk III van rapport Geluidhinder
P. Kapteyn vliegveld Hilversum, uitgave Gemeente
Hilversum, maart 1975.
16. F.W.J. van Deventer, : Bijdragen aan rapport "Lawaaibelasting rond
G.J.J. Ruijgrok de luchthaven Teuge", Werkgroep geluid
Regionale Milieuraad Oost-Veluwe, mei 1976.

17. F.W.J. van Deventer : Een methode ter bepaling van de lawaaibestanding, uitgedrukt in L_{eq} , rondom een vliegveld voor de klein luchtvaart, Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, Memorandum M-287, 1977.
18. F.W.J. van Deventer, G.J.J. Ruijgrok : External noise of light propeller-driven aircraft, ICAS Paper No. 76-48, 1976.
19. D.M. van Paassen, G.J.J. Ruijgrok : Enige resultaten van geluidmetingen aan een licht schroefvliegtuig in statische toestand, Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, Memorandum M-261, 1976.
20. G.J.J. Ruijgrok : Mogelijke invloed van grondreflectie op het gemeten geluidniveau, Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, Memorandum M-262, 1976.
21. G.J.J. Ruijgrok : In-flight testing and free-field propeller noise characteristics, Garteur 5, Specialist meeting propeller and helicopter noise, Paris, June 1-2, 1977.

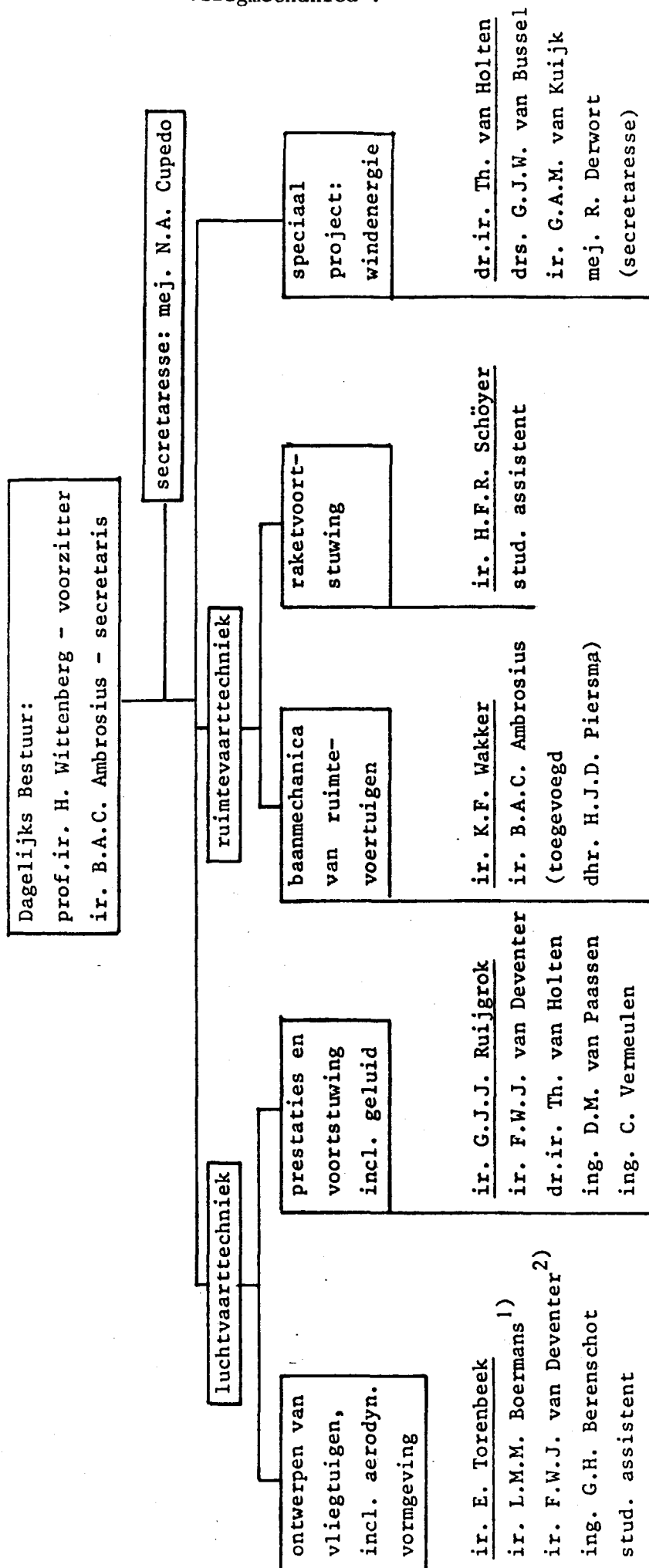
"groep satellietbanen"

22. K.F. Wakker : The orbit of the PARS-satellite, Dept. of Aeronautical Engineering, Memorandum M-134, 1968.
23. R.W.H. van Bezooijen : De invloed van de niet-bolvorm van de aarde op de beweging van een satelliet in een laag-excentrische baan, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Ingenieursverslag, 1971.
24. G. van der Wees : De invloed van de luchtweerstand op de baan van een satelliet, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-171, 1971.

25. F.S.D. Rekers : De verandering van de halve lange-as en de excentriciteit van de ANS-baan tgv. luchtweerstand gedurende $2\frac{1}{2}$ omloop om de aarde, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, 4^e-jaars studieopdracht, 1971.
26. R.C. van Holtz : Numerieke bepaling van de verstoringen van de baan van de Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS), Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Ingenieursverslag, 1972.
27. S.O. Deelstra, K.F. Wakker : Een Nordsieck integratie-procedure, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Rapport B-ANS-5, 1972.
28. B.A.C. Ambrosius : Rekenprogramma voor de bepaling van positie en snelheid van een ruimtevoertuig dat zich in een Keplerbaan beweegt, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-185, 1972.
29. K.F. Wakker : Baanberekening van de ANS-satelliet, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, 5 Voortgangsrapporten, 1970 ^t/m 1972.
30. R.C. van de Graaff : De verstoring van de baan van de Astronomische Nederlandse Satelliet (ANS) ten gevolge van de aantrekkingskracht van de zon, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Ingenieursverslag, 1973.
31. M.J.M. Scheeren : De zichtbaarheid van de Astronomische Nederlandse Satelliet t.o.v. een grondstation op het aardoppervlak, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Ingenieursverslag, 1973.

41. B.A.C. Ambrosius, : Enige nauwkeurighedsaspecten van het NISOP
K.F. Wakker, rekenprogramma voor de baanvoorspelling van
H.J.D. Piersma satellieten, Afdeling der Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek, 1975.
42. K.F. Wakker, : Computational results of the NISLAP and
B.A.C. Ambrosius, AIMLASER programs for satellite position
H.J.D. Piersma predictions, Dept. of Aerospace Engineering,
Report 212, 1976.
43. B.A.C. Ambrosius, : Description of the AIMLASER satellite orbit
H.J.D. Piersma, prediction program and its implementation
K.F. Wakker, on the Delft University IBM computer, Dept.
of Aerospace Engineering, Report 218, 1976.
44. K.F. Wakker : Baanbepaling van satellieten, een litera-
tuuroverzicht, Afdeling der Luchtvaart- en
Ruimtevaarttechniek, Memorandum M-254, 1976.
45. S.D. Jenie : The calculation of earth satellite's orbit
determination using Laplacian method, Dept.
of Aerospace Engineering, 1976.
46. J.J.P. van Hulzen, : Verbetering van baanparameters met satel-
A. Kamp lietobservaties, de differentiecorrectie
methode, Afdeling der Luchtvaart- en Ruim-
tevaarttechniek, 4^e-jaars studieopdracht,
1977.

32. K.F. Wakker,
B.A.C. Ambrosius : Vergelijking tussen de voorspelde en de gemeten baan van de ESRO-satelliet TD-1A, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Memorandum M-202, 1973.
33. B.A.C. Ambrosius : Some accuracy aspects of satellite orbit prediction, 25^e IAF congres, Amsterdam, 1974.
34. K.F. Wakker : The computation of airdrag for the orbit prediction of ANS, Dept. of Aerospace Engineering, 1974.
35. K.F. Wakker,
B.A.C. Ambrosius,
H.J.D. Piersma : Baanvoorspelling ANS, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde/Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek, 9 overzichtsrapporten, 1974 ^t/m 1976.
36. K.F. Wakker : ANS kijkt moeder aarde niet meer aan, Techno-Magazine, febr. 1976.
37. K.F. Wakker : Re-entry van de ANS, Zenit, Vol. 4, no. 6, 1977.
38. K.F. Wakker : Orbit prediction for the Astronomical Netherlands Satellite, BIS-conference on Computer Techniques for Satellite Control and Data Processing, Slough, 1977.
39. B.A.C. Ambrosius : De invloed van de niet-bolvormigheid van de aarde op de beweging van kunstmatige satellieten, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Ingenieursverslag, 1975.
40. F.W. Welter : De verstoring van een satellietbaan tgv. de stralingsdruk van het zonlicht, Onderafdeling der Vliegtuigbouwkunde, Ingenieursverslag, 1976.



1) contactpersoon met vakgroep A1.

2) idem met vakgroep A3.

De onderstreepte personen zijn belast met de dagelijkse leiding van de onderzoekprojecten in het betreffende deelgebied.

Aan de vakgroep zijn voorts verbonden:

Prof.drs. W. Bloemendal (satelliettechniek).

Prof. J.H.D. Blom (ontwerpen van vliegtuigen, vliegtuiggebruik); vice-voorzitter van de vakgroep.

ir. C.H. Reede (vliegtuiggebruik).

Memorandum 293



60142081046