

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

"Simulierungsprogramm für einen Radiosondenaufstieg"

Verslag van een lezing met demonstratie,
gehouden in het IBM-rekencentrum te Düsseldorf,
op 19 juni 1963

door

Dr. H.M. de Jong

De Bilt, juli 1963

"Simulierungsprogramm für einen Radiosondenaufstieg"

Verlag van een lezing met demonstratie,
gehouden in het IBM-rekencentrum te Düsseldorf,
op 19 juni 1963

door

Dr. H.M. de Jong.

In NATO-verband is door de Franse researchafdeling van de IBM een artillerie-computer van kleine omvang ontwikkeld, de CETAC (Computation Electronique de Tirer Artillerie Coopéré), die voor een beperkt aantal militaire doeleinden wordt gebruikt. Op 12 december 1961 werd in Düsseldorf een voordracht gehouden, waarbij werd gewezen op de mogelijkheid deze computer door geringe modificaties tot een "aerologische computer" om te bouwen. Men meende in het voorjaar van 1962 reeds een simulatieprogramma te kunnen demonstreren op de grote IBM 7090 machine. ^{*)} Deze streefdatum bleek te optimistisch te zijn, zodat de demonstratie een jaar werd uitgesteld. Met het simuleringprogramma op de 7090 wil men niet alleen het instructieprogramma beproeven, maar ook het effect nagaan van allerlei wijzigingen waardoor de werking van de computer zo efficiënt mogelijk wordt en de prijs binnen redelijke grenzen blijft. De computer wordt a.h.w. om het probleem heen gebouwd.

De specificaties van de CETAC zijn niet gedeclassificeerd, maar de volgende bijzonderheden zijn bekend: De computer is een twee-adressen-machine met een storage-capaciteit van 2048 registers. Hiervan zijn er 20 met dual access. Het geheugenelement bestaat uit een magnetische ringkern en een capacitieve kern. De machine werkt in het binaire stelsel. De woordlengte bedraagt 22 bits, waarvan één voor de pariteit en één voor het teken. De rekentijd bedraagt voor optellen 1 msec, voor vermenigvuldigen 4 msec en voor delen 8 msec. De afmeting is 1 x 0.6 x 0.65 m en de richtprijs bedraagt ongeveer DM 120.000. De levertijd is van de orde van 18 maanden.

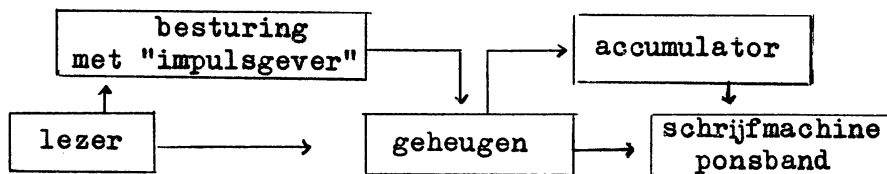
Het instructieprogramma is ontworpen voor de Westduitse GRAW H-50 sonde. Deze sonde bevat een vididoos voor drukmeting, een bimetaal-thermometer en een haarhygrometer. De elektrische signalen worden door middel van een contactinrichting in morsetekens omgezet.

*) Voor bijzonderheden van de IBM 7090 computer zie de ingesloten brochure: Das IBM-7090 Rechenzentrum. Er zijn tot nu toe 200 van deze computers afgeleverd.

Het instructieprogramma bootst de gehele grafische en numerieke bewerking na van het begin tot het einde van de opstijging. De berekening houdt gelijke tred met de opstijging, zodat, wanneer het springpunt is bereikt, de complete TEMP-code gereed is. De machine wordt gestart vlak voor de oplating en het resultaat wordt zowel geprint op een schrijfmachine als geponst op een band. De TEMP-code staat op de band. Het radiosondepersoneel heeft niets anders te doen dan de morsesignalen van de sonde en de radargegevens in de machine in te voeren.

Voordat de opstijging begint worden de ijkcurven van druk, temperatuur en vochtigheid in de machine geleid. Van elke ijkcurve worden 16 punten bepaald in morsetekens, corresponderend met 16 vaste druk-, temperatuur- en vochtigheidsniveaus. Voordat de machine start worden ook de grondgegevens, tijd van oplating enz. ingelezen. Als de sonde is opgelaten, worden elke 6 seconden morsetekens van P, T en U ontvangen en deze worden getypt en in getallen van twee decimalen via een converter ingelezen.

De machine bestaat uit de volgende componenten:



Na het inlezen zorgt de besturing niet alleen voor het uitvoeren van de berekening maar ook voor het van tijd tot tijd inlezen van nieuwe meetwaarden. In dit laatste is voorzien door een opsplitsing van het programma in een hoofdprogramma en een voorrangsprogramma. Het voorrangsprogramma, ook wel genoemd seconde-programma, is een programma, dat elke seconde door een impulsgever (Taktgeber) wordt ingeschakeld. Als er een nieuw sondeteken is ontvangen, wordt dit ingelezen en zodra een complete set van PTU-waarden ingevoerd is, wordt een signaal doorgegeven naar het hoofdprogramma, waar de berekening voortschrijdt. Het seconde-programma doet nog meer. Aangezien de PTU-waarden niet gelijktijdig binnenkomen, wordt door extrapolatie en interpolatie naar de tijd de waarneming gesynchroniseerd. Daarna worden aan de hand van de ijkcurven, met inachtneming van enkele correcties zoals de traagheidscorrectie, de waarden van de elementen bepaald. Vervolgens wordt bij de toestandskromme een hulp-polygoon gezocht (vergelijk het hierbij ingesloten voorbeeld). Daartoe wordt door de punten een hulprechte gezocht volgens de methode der kleinste kwadraten. Zodra een meetpunt te ver van deze rechte terechtkomt, wordt een nieuwe hulprechte geconstrueerd. De hoekpunten van de hulp-polygoon zijn dus karakteristieke punten. Als een

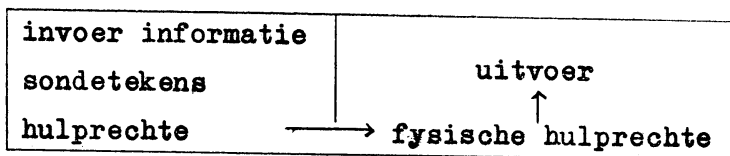
hulprechte bekend is, dan neemt het hoofdprogramma de berekening over. Omdat het aantal karakteristieke punten te groot zou zijn voor de codering, wordt de hulp-polygoon vervangen door een eenvoudiger polygoon, de "fysische polygoon". Hoekpunten van de oorspronkelijke polygoon worden met elkaar verbonden en door toepassing van een zekere tolerantie worden bepaalde hoekpunten geëlimineerd. De hoekpunten van de nieuwe polygoon worden als werkelijke karakteristieke punten beschouwd. Gebruik makende van de fysische hulp-polygoon wordt door het hoofdprogramma vervolgens de berekening van geopotential, druk, temperatuur, dauwpunt, enz. ingezet. Niet alleen voor de karakteristieke punten maar ook voor de hoofdmillibaarvlakken. Het secondeprogramma bepaalt voorts of het tropopausevlak is bereikt en geeft dit aan het hoofdprogramma door, waar de aerologische gegevens in dit vlak worden uitgerekend. De wind wordt uitgerekend aan de hand van de radar-gegevens, die door middel van een andere converter in de machine worden ingevoerd. Het coderen van de opstijging geschiedt door het secondeprogramma.

In het flow diagram zijn dus de volgende componenten te onderscheiden:

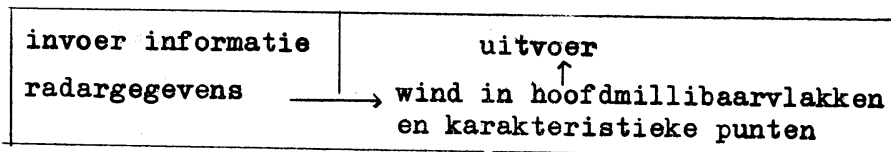
IJkkromme

3 x 16 waarden van P, T en U

Temp



Wind



Het voorrangsprogramma beheert:

1. de invoer van sonde-informatie;
2. de berekening van de hulp-polygoon;
3. het doorgeven van het signaal naar het hoofdprogramma, als een hulprechte bekend is;
4. de melding, dat de tropopause is bereikt;
5. de invoer van radarinformatie.

Het hoofdprogramma beheert:

1. de vervanging van de hulprechte door een fysische rechte;

2. de berekening van de gegevens in hoofdmillibaarvlakken. De waarden worden gestuurd naar het secondeprogramma voor de codering;
3. het zoeken van de karakteristieke punten en de berekening van de gegevens daarin;
4. de berekening van de tropopausewaarden, nadat door het secondeprogramma een teken is gegeven;
5. de berekening van de wind.

Het werkelijke verloop van de electronische berekening van een radio-sondeopstijging is schematisch als volgt:

machine inschakelen
schakelaar op "ijkkrommen"

starten waarden van de ijk-krommen typen inleestoets indrukken na elk van de 48 waarden

grondwind, tijd van oplating, datum etc. typen
schakelaar op "opstijging"

starten grondwaarden P, T en U typen ballon loslaten inleestoets indrukken sondetekens typen en na elk drietal PTU gegevens inleestoets indrukken
--

Bijgaande strook laat zien wat de machine berekent. In de eerste drie regels staan de ijkwaarden van P, T en U. In de daaropvolgende regels staan op de linkerhelft de aerologische waarden van de karakteristieke punten en daarnaast de codering. Op de rechterhelft de aerologische gegevens van de hoofdmillibaarvlakken met daarnaast de codering. De TEMP-code staat niet compleet in deze strook, maar komt voor op de ponsband.

In de discussie kwam een aantal belangrijke punten ter sprake, waarop niet altijd een bevredigend antwoord volgde. Het simulatieprogramma, zoals dit op de 7090 werd vertoond, is afgestemd op een ideale toestand. Wat gebeurt er als de assistent een fout maakt? Wat doet men als door storing de radio-ontvangst slecht is? Welke controle heeft men op de berekening zelf? Kan de assistent het tempo van ongeveer 1 cijfer per seconde volhouden, enz. In het programma is hierin slechts gedeeltelijk voorzien. Als een waarde

fout wordt getypt, dan komt de hulprechte niet goed op de toestandskromme terecht. Bij storing in de ontvangst moet geëxtrapoleerd of geïnterpoleerd worden. Dit eist uiteraard meer programmering en storage-capaciteit.

De meteorologen onder het gehoor waren voorts van mening, dat in het getoonde voorbeeld van een toestandskromme de tweede inversie in de fysische polygoon is verdwenen, wat niet toelaatbaar is. De toleranties moeten worden herzien. Ook werd niet duidelijk waarom de hulprechten systematisch verschoven zijn t.o.v. de kromme.

Vergelijkt men de methode van de IBM met die in Berlijn, dan zijn er grote verschillen. Bij de Tempelhof-opstijging wordt veel meer materiaal uitgerekend. Daar staat tegenover, dat in Berlijn de berekening eerst kan beginnen nadat het springpunt is bereikt. De IBM-methode benadert dicht de volautomatische methode. Er zou nog een converter ontworpen moeten worden, die de elektrische signalen, b.v. frekwenties, direct digitaliseert.

-o-o-o-o-

N.B. De bijlagen bij dit verslag zijn niet reproduceerbaar. Deze liggen ter inzage bij de schrijver.