

Elektronische rekenapparatuur bij de veldartillerie

G. van Weerd

Kapitein der Artillerie, instructeur Artillerieschool

In het voorjaar van 1968 zijn bij de veldartillerie de elektronische rekenmachines M18 in gebruik genomen. De toestellen zijn in de V.S. ontwikkeld en worden aangeduid met FADAC (Field Artillery Digital Automatic Computer). Alle vuurregelingstechnische bewerkingen in afdelings- en batterijvuurregelingscentrum kunnen met behulp van deze computers worden uitgevoerd, hetgeen de snelheid en de nauwkeurigheid bij de werkzaamheden in genoemde vuurregelingscentra zeer ten goede komt. Bovendien is het nu, bij 24-uursbezetting van het vuurregelingscentrum, mogelijk een beter aflossingssysteem voor het personeel te realiseren.

Indeling

In principe zijn alle parate afdelingen uitgerust met 2 FADACS per afdelingsvuurregelingscentrum. De afdeling 8" hw (mech) (2 vuurmondbatterijen) vormt hierop een uitzondering in verband met een geheel eigen tactisch optreden. In plaats van het afd. VRC beschikt elk van de twee batterijen over een FADAC. In deze FADACS is tevens een programma opgenomen voor projectielen met kernlading. De afdelingen

TABEL 1
Algemene gegevens FADAC

Type	General purpose, getransistoriseerde, digitale computer
Afmetingen	75 x 70 x 35 mm
Gewicht	ca. 100 kg
Geheugen	Magnetische geheugenschijf, 6000 omw./min; woordcapaciteit 8192 (64 kanalen van 128 woorden)
Input	a. manueel, d.m.v. toetsenbord; b. automatisch, d.m.v. bandlezer of „Signal Data Reproducer“
Output	a. visueel (NIXIE-buizen); b. elektrische schrijfmachine
Transistor-kaarten	Computer voor het merendeel opgebouwd uit losse kaarten (printed circuits); totaal 106 (20 verschillende types)
Voeding	Wordt geleverd door aggregaat HF 3.0 MD, met een vermogen van 3 kW; bij elke FADAC twee aggregaten. Spanning/frequentie: 120 V, 400 Hz (3 fasen, 4-draads). Verbruik: ca. 0,7 kW



Afb. 1 FADAC, geplaatst op de veldtafel

Honest John worden niet met de FADAC uitgerust.

Beschrijving

De FADAC is een getransistoriseerde digitale computer met ingebouwd programma. Hij werd in eerste instantie ontworpen om *schietgegevens voor de diverse artilleriewapens* te berekenen. De algemene gegevens zijn vermeld in tabel 1.

De computer is op eenvoudige wijze te vervoeren, daar hij met geplaatst voor- en achterdeksel een goed beschermd pakket vormt.

Te velde wordt de FADAC geplaatst op een tafel, die bij elk toestel wordt geleverd (afb. 1). Voor het commandovoertuig M577 is een draagrek ontwikkeld dat het mogelijk maakt de FADAC volledig in te bouwen, zodat bij verplaatsingen de computer in het voertuig blijft opgesteld.

De FADAC kan worden gebruikt in een omgeving waarvan de temperatuur kan uiteenlopen van -40 tot $+52^{\circ}\text{C}$; hij kan blijven werken met een spanningsfluctuatie van 16% beneden of boven de normale werkspanning van 120 V, zonder dat de nauwkeurigheid van de berekeningen hierdoor wordt beïnvloed.

Mogelijkheden

a. Schietgegevens

De FADAC kan de schietgegevens berekenen voor

vijf batterijen. Aangezien elke computer M18 voor twee vuurmondtypes is geprogrammeerd, kunnen de vijf batterijen voor beide kalibers worden ingesteld. Elk programma is uitgebreid met een mogelijkheid tot het uitvoeren van terreinmeetberekeningen, nl.:

- het berekenen van een veelhoek;
 - het berekenen van een voorwaartse insnijding van richtingen (zoals bij gemiddeld-springpuntregistratie en gemiddeld-trefpuntregistratie);
 - het berekenen van kaarthoeken, afstanden en verticale hoeken vanuit de vaste waarnemingsposten naar een gegeven punt.
- Behalve de vuurmondprogramma's bestaan er programma's voor ballistische raketten, een programma voor het herleiden van meteorologische gegevens en een speciaal programma voor terreinmeetberekeningen.

b. Doelen

In het geheugen van de computer kunnen de coördinaten en de hoogte van 88 doelen worden opgeslagen. Deze kunnen te allen tijde weer worden opgeroepen, waarna de schietgegevens voor elke batterij kunnen worden bepaald.

Doelcoördinaten kunnen tevoren worden opgeslagen, doch ook de coördinaten van reeds bevuurde doelen kunnen op de „computer-doelenlijst” worden vastgelegd.

c. Waarnemingsposten

Het terreinmeetprogramma biedt de mogelijkheid de coördinaten van vaste waarnemingsposten, alsmede de lokaties van de voorwaartse waarnemers in het geheugen op te slaan. In totaal kunnen 9 waarnemingsposten worden vastgelegd. Maakt de waarnemer in de vuuraanvraag gebruik van de eigen waarnemingspost als uitgangspunt voor de doelaanduiding, dan berekent de computer binnen 1 sec de coördinaten en de hoogte van het doel met behulp van richting en afstand.

Berekeningsmethode

De methode ter berekening van de schietgegevens door de FADAC verschilt volledig van de benaderingsmethode die tot op heden in het „manuale” vuurregelingscentrum wordt toegepast.

Het ballistisch probleem wordt door de computer opgelost door integratie van de bewegingsvergelijking van een projectiel in de baan. Het is dus níét zo dat in het computergeheugen voor betrokken vuurmondtype de volledige schootstafel is opgeslagen, waaruit de nodige gegevens een-

voudig worden „afgelezen”, hetgeen bij sommige oudere typen rekentoestellen wél het geval is. Bij de bepaling van schietgegevens wordt de gehele baan telkenmale opnieuw berekend. Gedurende de berekeningen wordt door de computer rekening gehouden met alle beschikbare gegevens ten aanzien van:

- de aanvangssnelheid;
- het projectielgewicht;
- de ballistische coëfficiënt van het projectiel;
- de kruittemperatuur;
- de atmosfeer (wind, luchttemperatuur, luchtdichtheid);
- de derivatie;
- de geografische breedte (i.v.m. de invloed draaiing aarde);
- eventuele registratiecorrecties.

In de computer wordt een speciaal meteobericht ingevoerd, waardoor de atmosferische invloeden op de kogelbaan nauwkeuriger worden gecorrigeerd dan „manueel” het geval is.

De berekende schietgegevens worden door de computer per batterij zichtbaar gemaakt op het afleespaneel (NIXIE-tubes)¹ in de vorm van:

- de meest geschikte lading;
- de hoekmeterstand (zijdelingse richting voor de vuurmond);
- de vluchttijd óf, in het geval van tijdbuizen, de tempering;
- de kwadranthoek (elevatie).

Deze gegevens kunnen direct naar de stukken worden doorgegeven, zonder dat manueel nog correcties behoeven te worden aangebracht.

(De nauwkeurigheid is uiteraard afhankelijk van de nauwkeurigheid van alle basisgegevens).

Gebruik in het vuurregelingscentrum

Een vergelijking tussen het „manuale” vrc en een met FADAC uitgerust vrc levert het volgende op.

De voorbereidingen voor de vuuropening, zoals die in een „manueel” vuurregelingscentrum moeten geschieden vergen enige tijd en omvatten o.m.: het gereedmaken van de vuurkaarten, het uitzetten van de coördinaten van batterijen, doelen en bekende punten, het construeren van afleesstroken, het berekenen van meteorocorrecties, het samenstellen van schootstafellijnale gegevens

¹ Een NIXIE-buis is een als „weergavebuis” gebruikte neonbuis, waarin d.m.v. gloeidraden cijfers, letters en tekens voorkomen. Komt op één van de gloeidraden spanning te staan, dan zal het betrokken cijfer (letter) oranjegeel oplichten.

(op grond van meteo- en munitieafwijkingen). De gebruikte methode kost niet alleen tijd en opleiding, doch is ook minder nauwkeurig en vergt een grote inspanning van al het personeel in het vuurregelingscentrum. Het verwerken van vuuropdrachten en vuuraanvragen kost eveneens enige tijd en de bepaalde schietgegevens zijn onnauwkeuriger (als gevolg van de gebruikte methode) dan die welke met behulp van de computer worden verkregen.

Bezien wij de werkzaamheden en de tijd die in een vuurregelingscentrum, uitgerust met FADAC, moeten worden besteed aan de voorbereidingen voor de vuuropening, dan kan worden gesteld dat de nodige tijd ongeveer 15% is van die welke het „manuale” vuurregelingscentrum nodig heeft (om de gedachten te bepalen: manuaal 30 min, FADAC 4 min).

(N.B. Inschieten en daaropvolgend uitwerkingsvuur kan uiteraard ook in de manuele methode reeds enkele minuten na de stellingname plaatsvinden).

De werkzaamheden, die in het FADAC-vrc door twee man worden uitgevoerd omvatten slechts de *invoer*, d.m.v. het toetsenbord (v.g.l. telmachine), van alle bekende gegevens t.a.v.:

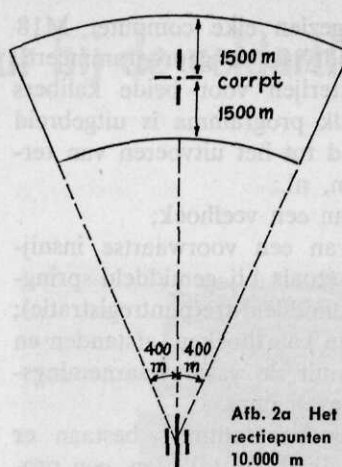
- De coördinaten van de batterijen en de overige batterijgegevens;
- de coördinaten van doelen en waarnemingsposten;
- de gegevens betreffende aanvangssnelheid en munitie;
- het meteorbericht (dit kan eventueel d.m.v. een ponsband worden ingevoerd).

De computer is daarna gereed voor het berekenen van schietgegevens voor doelen in de gehele vuursector. Afzonderlijke handberekeningen zijn niet meer nodig.

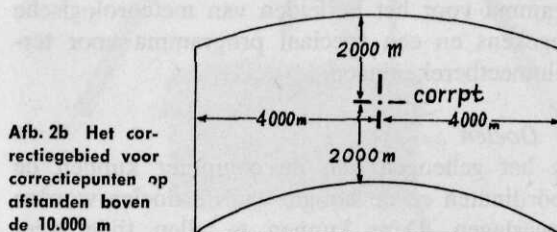
De tijd die bij de FADAC nodig is om een vuropdracht, in welke munitiecombinatie dan ook, voor drie vuurmondbatterijen te verwerken, bedraagt ongeveer 1 min.

Correctiegebieden

De benaderingsmethode (zoals toegepast in het manuele vrc) ter verkrijging van schietgegevens voor doelen in de gehele vuursector bestaat hierin dat men voor één punt (het correctiepunt) de schietgegevens zo nauwkeurig mogelijk berekent en deze dan evenredig toepast in een bepaald gebied rondom dat punt. Dit gebied wordt het correctiegebied genoemd en heeft de volgende afmetingen:



Afb. 2a Het correctiegebied voor correctiepunten op afstanden beneden de 10.000 m



Afb. 2b Het correctiegebied voor correctiepunten op afstanden boven de 10.000 m

— voor correctiepunten op afstanden beneden de 10 km: 400 m li en 400 m re (t.o.v. schootsrichting), 1500 m+ en 1500 m— t.o.v. het correctiepunt (afb. 2a);

— voor correctiepunten op afstanden boven de 10 km: 4000 m li en 4000 m re, 2000 m+ en 2000 m— (afb. 2b).

Buiten dit correctiegebied geeft de evenredige toepassing van de voor het correctiepunt berekende correcties te grote afwijkingen in de schietresultaten.

Het aantal correctiegebieden is uiteraard afhankelijk van de grootte van de vuursector. Met een sector van 1600 m (155 hw/M109) zijn, tot een afstand van 14 km ongeveer 8 correctiegebieden te construeren.

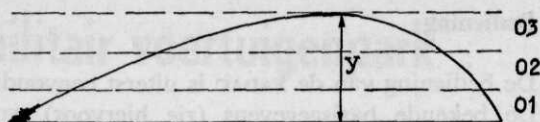
Een berekening (manuaal) van de schietgegevens voor één correctiepunt kost per rekenaar 10 à 15 min, hetgeen betekent dat er 1 à 1½ uur van voorbereiding nodig is, alvorens men in staat is in de gehele vuursector onmiddellijk uitwerkingsvuur af te geven (meteo- en V_0 -berekeningen voor verscheidene ladingen en afstanden).

De nauwkeurigste schietgegevens zouden uiteraard kunnen worden verkregen door voor elke lading één registratie uit te voeren en de aldus verkregen correcties te herleiden voor de overige correctiepunten. Nu is het vele malen registreren uit dezelfde stelling uiteraard ondoenlijk en, tactisch gezien, onaanvaardbaar.

In het manuele vuurregelingscentrum blijft dus de noodzaak, ook na éénmaal te hebben geregistreerd, tot het uitvoeren van een groot aantal berekeningen. Hier treedt nu een zeer duidelijk voordeel van de FADAC aan de dag. Eenmaal ingevoerde V_0 -en meteogegevens worden door de computer toegepast voor alle ladingen, op alle afstanden en in elke richting. Voor elk doel in de gehele vuursector worden met behulp van de FADAC de schietgegevens even nauwkeurig bepaald, m.a.w.: de Fadac kent *geen correctiegebieden*.

De hierboven omschreven werkzaamheden voor het manuele vuurregelingscentrum zijn helaas niet éénmalig. Alle berekende gegevens naar de diverse correctiepunten (de schootstafellineaalgegevens) dienen te worden gecorrigeerd zodra bv. de weersinvloeden zich wijzigen, d.w.z. wanneer na 2, c.q. 4 uur een nieuw meteobericht wordt ontvangen. Dit meteobericht dient dan weer voor alle correctiepunten te worden uitgerekend, waarna het verschil in de weersinvloeden met 2, c.q. 4 uur geleden als een correctie kan worden toegepast op de bestaande schootstafellineaalgegevens.

Bij de FADAC kan men volstaan met het invoeren van het nieuwe meteobericht, hetgeen in 2 min is voltooid. Alle schietgegevens worden hierna voor de nieuwe weersinvloeden gecorrigeerd. Het bovenstaande houdt in dat er in feite in het manuele vuurregelingscentrum vrijwel constant moet worden gerekend, ten einde steeds met de beste gegevens te kunnen vuren.

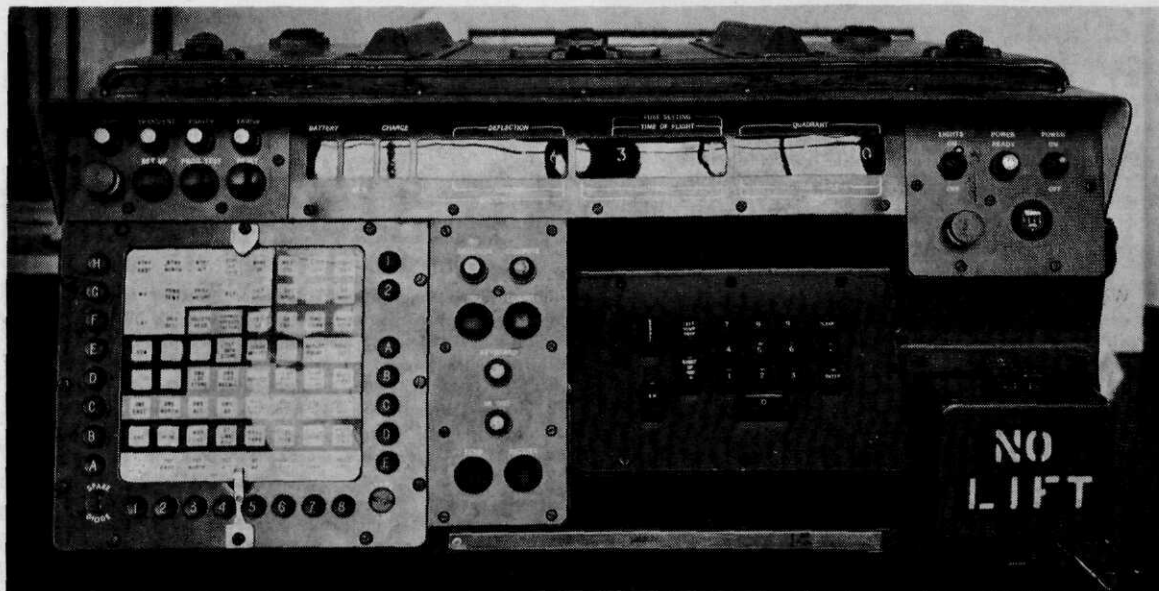


Afb. 2c

Hierbij komt nog dat het meteobericht, dat bij de handberekeningen wordt gebruikt (het NAVO-meteobericht) slechts een benadering geeft van de werkelijke toestand van de atmosfeer. Bij de berekeningen wordt uit dit (ballistische) meteobericht één regelnummer gebruikt. De getalwaarden die in het regelnummer voorkomen zijn samengesteld op grond van de atmosferische toestand in de zone die overeenkomt met dit regelnummer, plus alle voorafgaande zones. Is bv. de culminatiehoogte Y , dan wordt in de schootstafel het bijbehorende regelnummer van het meteobericht opgezocht (regelnr 3 in afb. 2c). De in regelnummer 3 voorkomende getallen geven dan de toestand van de atmosfeer in de zones 1, 2 en 3.

Het computer-meteobericht daarentegen is een „schoon” weerbericht, d.w.z. elk regelnummer geeft de toestand van de atmosfeer in de betrokken zone. Het is bij de FADAC dus noodzakelijk alle regelnummers (het aantal is uiteraard afhankelijk van de maximum culminatiehoogte) in te voeren. De computer past dan bij de berekening van de kogelbaan de weersinvloeden per zone toe over de gehele lengte van de baan. Ook in dit opzicht biedt de FADAC dus een nauwkeuriger en snellere methode ter bepaling van de schietgegevens voor doelen in de gehele sector.

Afb. 3 Het controlepaneel



Bediening

De bediening van de FADAC is uiterst eenvoudig. De bekende basisgegevens (zie hiervoor) worden door de bedieningsman op het controlepaneel d.m.v. het toetsenbord (afb. 3, rechts) ingevoerd. Het gegeven dat moet worden ingevoerd, wordt gekozen op het invoerkeuzepaneel, de matrix (afb. 3, links). De getalwaarde van de gekozen matrixfunctie wordt daarna getypt op het toetsenbord (getallen 0 t/m 9; tekens + en —). De computer vertoont de aangeslagen getallen op het afleespaneel (afb. 3, midden boven) in de NIXIE-buizen. Na controle voert de bedieningsman het gegeven in door op het toetsenbord de ENTER-toets in te drukken. Wenst de bedieningsman voor een bepaalde batterij de schietgegevens te verkrijgen, dan hoeft hij voor betrokken batterij slechts het doel op te roepen (d.m.v. een matrixfunctie) en de COMPUTE-knop in te drukken. Na 15 à 20 sec verschijnen de schietgegevens in de betrokken vensters van het afleespaneel. Bij vuren waarvoor moet worden ingeschoten, bedraagt de rekentijd, na de correcties van de waarnemer, ca. 3 sec.

Zonder extra invoer geeft de computer een standaardoplossing, nl. voor brisantgranaat met snelle buis in vlakbaan. Moet er met een andere muni-

tiecombinatie worden gevuld, dan heeft de bedieningsman slechts een functie op de matrix te wijzigen en een ander projectiel- en/of buistype in te voeren. Ook voor steilbaanvuren, die manueel nogal wat berekeningen vereisen, kunnen de schietgegevens zonder meer worden verkregen door de betrokken matrixfunctie te kiezen.

Slot

Met de invoering van de FADAC is de veldartillerie weer een stap verder gekomen op de weg naar het artilleristisch ideaal, de „first round hit”, het afgeven van onmiddellijk uitwerkingsvuur op de juiste plaats en de juiste tijd.

In combinatie met andere nieuwe apparatuur, bv.:

- een gyroscopisch oriënteertoestel, dat één juiste richting in de afdeling garandeert;
- V_0 -meetapparatuur (Doppler-radar), die het mogelijk maakt in de afdeling voor alle ladingen een juiste aanvangssnelheid te bepalen;
- doelopsporingsmiddelen

verschafft de FADAC de nauwkeurige schietgegevens, waarmee een uitwerkingsvuur onmiddellijk kan worden afgegeven.



AANWIJZINGEN VOOR MEDEWERKERS

Wij verzoeken u om uw bijdragen in te leveren in enkelvoud, getypt met een marge van ten minste 3 cm, met dubbele regelafstand en voorzien van uw naam, adres en evt. gironummer. Bijdragen voor de rubriek „Meningen van anderen” echter in duplo in te zenden.

Bij het opgeven van geraadpleegde literatuur dienen de respectieve verwijzingen als volgt te worden opgesteld:
bij boeken: Auteur - titel. Uitgever, plaats, jaar, blz.;
bij tijdschriften: Auteur - naam tijdschrift. Jaargang, jaar, nummer, blz.

Voorts eventuele schetsen of tekeningen en foto's niet tussen de tekst aan te brengen, doch wel aan te geven, waar deze

illustraties tussen die tekst moeten worden opgenomen. Men voeg tekeningen en schetsen afzonderlijk bij, in Oost-indische inkt en op teken- of calqueerpapier. Letters en cijfers moeten daarbij zo groot worden getekend, dat zij na verkleining duidelijk leesbaar blijven. Daartoe moeten zij, na verkleining, nog ten minste 1 mm groot zijn. Men houde er daarbij rekening mee, dat tekeningen en schetsen als regel, bij reproductie, worden verkleind tot ten hoogste 15 cm breedte.

Toevoeging van schetsen en afbeeldingen, respectievelijk foto's, verhoogt de aantrekkelijkheid van uw artikelen ten eerste, vooral indien zij origineel zijn.