

STUDIEBLAD



TECHNISCH BLAD VOOR
PTT PERSONEEL

Nr. 1, 33e jaargang

januari 1978

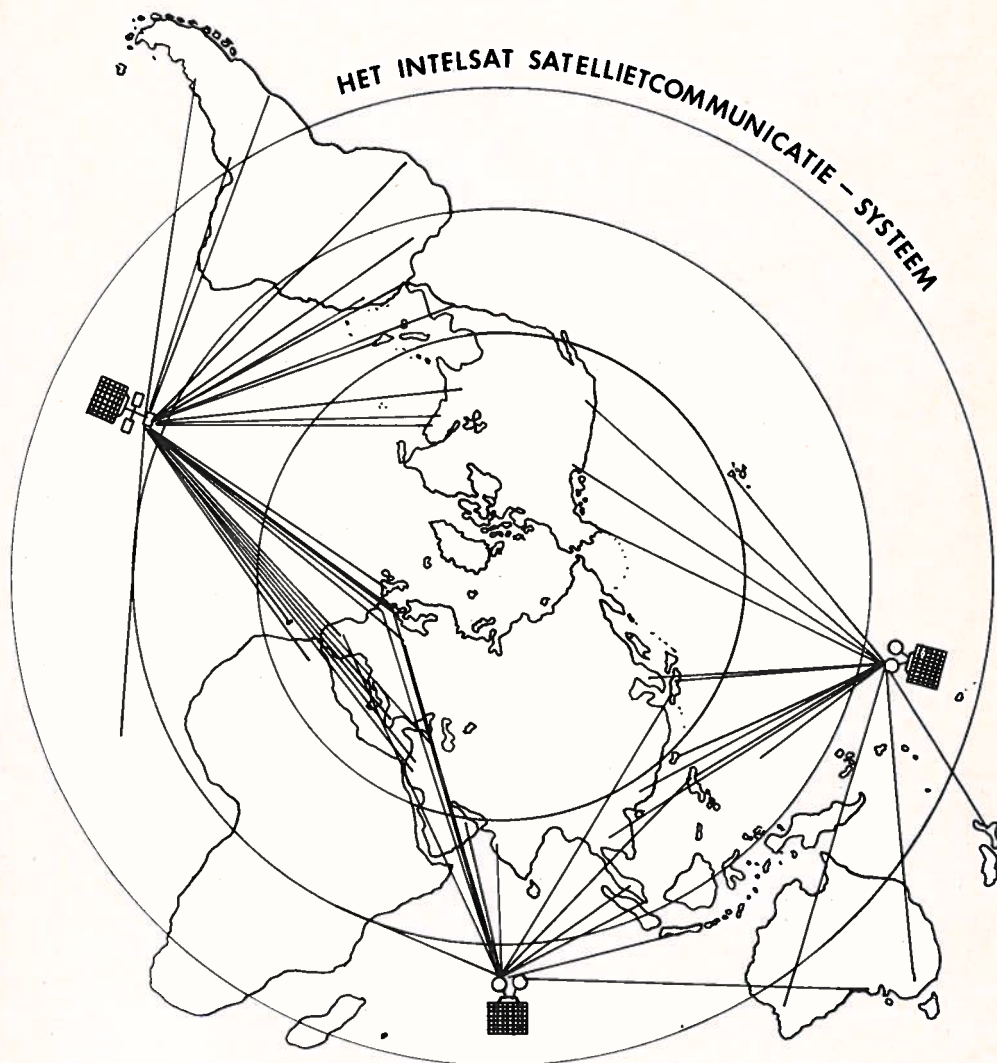
In dit nummer o.a.:

Satellietcommunicatie

Examenvraagstukken

Technisch Engels

Technische berichten



uitgave

ABVA, NCBO en KABO.

redactie

Hfdred. P. J. Boomgaard. Red. ing. P. A. de Boer, ing. B. Kieboom, ing. D. v.d. Mark.

redactiesecr.

J. P. v. d. Broek, Distelweide 77, Voorburg Z-H, tel. 070 - 27 93 94;
voor redactie en inhoud van het blad.

administratie

ABVA, Stadhouderslaan 9, Den Haag, giro 4073, tel. 070 - 63 59 32 t/m 63 59 36,
voor verzending, administratie e.d.

Bij het begin van de 33ste jaargang

In de achter ons liggende jaren zijn er heel wat artikelen verschenen in ons Studieblad PTT.

Dat waren dan artikelen over techniek bij PTT, meestal verzorgd door technici bij PTT.

Naast voor vrijwel iedereen toegankelijke verhalen waren daar ook artikelen bij welke een wat hoger opleidingsniveau bij de lezer veronderstelden.

Aan beide soorten bestond — en bestaat — behoefte.

Die artikelen bereikten de redactie als gevolg van de welwillende medewerking van collega's die iets over hun vakgebied te vertellen hadden. Voor de overgrote meerderheid gebeurde dat op verzoek van de redactie.

Zo gaat het heden ten dage nog. Er zijn nog steeds collega's die hun medewerking verlenen en die best wat van hun kennis aan anderen willen overdragen; het wellicht ook aardig vinden een artikel van zichzelf in het Studieblad gepubliceerd te zien.

Indien u, beste Studiebladlezer, ook tot de laatsten behoort dan zou de redactie dat graag eens van u vernemen. Wellicht ook weet u een collega die toch zo'n opmerkelijk specialisme binnen ons bedrijf vertegenwoordigt waarvoor algemene belangstelling zou kunnen bestaan. Neemt u in dat geval vooral contact op met de redactie; het adres vindt u boven aan deze bladzijde. Wij kunnen dan met de auteur nader overleggen en misschien wat aanwijzingen verstrekken.

In het lange bestaan van het Studieblad zijn er veel onderwerpen aan de orde geweest. Deze zijn uiteraard niet al die tijd onder de verantwoordelijkheid van dezelfde redacteuren tot stand gekomen. Zoals overal gebruikelijk droegen ook hier redactieleden, van tijd tot tijd, hun taak aan collega's over. Die tijd is opnieuw aangebroken: de heer J. P. Leeman heeft zijn taak beschikbaar gesteld. De zittende redactie vond de heer P. A. de Boer bereid de opengevallen plaats in te nemen.

Wij danken de heer Leeman vanaf deze plaats nog eens voor het werk dat hij ten nutte van het Studieblad heeft verricht.

Wij heten de heer de Boer welkom en spreken de hoop uit dat het extra werk dat hem wacht vergoed wordt door de genoegdoening mede te werken aan de instandhouding van een goed **STUDIEBLAD PTT**.

Abonneer uzelf — of uw collega —
op het **STUDIEBLAD PTT**.

Ab. prijs f 1,— per maand, in te houden op uw salaris. *

Vermeldt naam, adres en dienstonderdeel op een willekeurig stukje papier en zendt dit — in dienstvelop — aan:

ADMINISTRATIE — STUDIEBLAD PTT
STADHOUDERSLAAN 9 — DEN HAAG.

* voor niet PTT'ers f 24,— per jaar.

Satellietcommunicatie

H. J. Nijland

Inleiding

Ruim dertig jaar geleden beschreef A. C. Clarke de toepassing van satellieten als radio-relaisposten in de ruimte.

Twintig jaar geleden werd met de lancering van de eerste kunstmaan „Sputnik” een eerste stap gezet op de weg naar verwerkelijking van Clarke's idee.

In de jaren die hierop volgden werd de bruikbaarheid van satellieten voor communicatie-doeleinden verder onderzocht.

In 1964 leidde dit tot oprichting van een 'internationale organisatie' voor het gebruik van communicatiesatellieten.

Deze organisatie is de „International Telecommunications Satellite Organisation” (INTELSAT).

De eerste satelliet, die door deze organisatie in gebruik werd genomen, was de bekende "Early Bird".

Een minder bekende naam voor deze satelliet is: INTELSAT I. Hiermee wordt aangegeven dat dit de eerste generatie satelliet van de INTELSAT-organisatie is. Elke volgende generatie wordt gekenmerkt door belangrijke technische verschillen ten opzichte van een voorgaande generatie.

Na elf jaar satellietcommunicatie-ervaring staan we aan de wieg van de vijfde generatie-satelliet, de INTELSAT V. In dit artikel zal worden geprobeerd u een indruk te geven van het satellietcommunicatie-systeem en de functie van een grondstation.

De synchrone baan

De meeste kunstmatige satellieten, in gebruik voor telecommunicatie, zijn geplaatst in de 'synchrone baan'.

Laten wij eens kijken naar de eigenschappen van deze baan.

Evenals onze natuurlijke satelliet, de maan, volgen de kunstmanen banen die voldoen aan natuurlijke wetmatigheden. Zo zal een kunstmaan in een baanvlak bewegen, waarin het massa-middelpunt van de aarde ligt. In elk punt van de baan zal de middelpuntvliedende kracht gelijk moeten zijn aan de zwaartekracht (figuur 1). De zwaartekracht is afhankelijk van de afstand tussen aarde en satelliet.

In punt A van een elliptische omloopbaan zal deze kracht aanmerkelijk kleiner zijn dan in punt B.

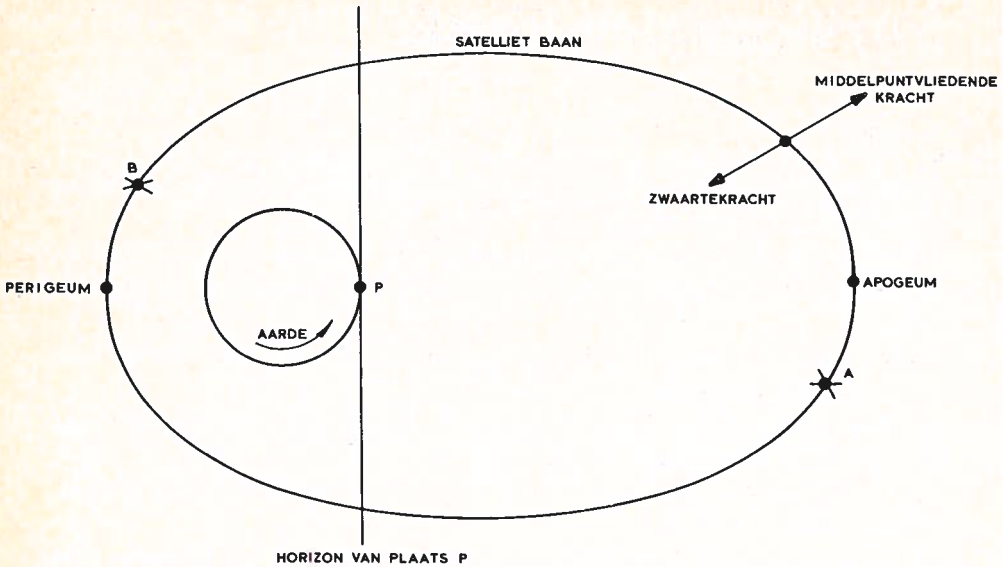


Fig. 1. Elliptische satellietbaan.

De middelpuntvliedende kracht hangt af van de snelheid van de satelliet, een hogere snelheid geeft een grotere kracht. Daarom zal in punt B de satelliet veel sneller moeten bewegen dan in punt A om het evenwicht tussen de twee krachten te bewaren. De satelliet zal vanaf plaats P op de aarde gedurende het grootste deel van de omlooptijd zichtbaar zijn. Rusland maakt in zijn MOLNIYA-systeem hiervan gebruik. De satellieten worden zo gelanceerd dat het verst verwijderde punt van de baan, het apogeum, boven Rusland ligt. De satelliet is een groot deel van de dag beschikbaar voor het relayeren van radio- en tv-programma's.

Als PTT-bedrijf willen we echter de mogelijkheid hebben om op elk moment van de dag telefoonverbindingen op te bouwen.

Dit kan met satellieten in een baan, zoals getekend in figuur 2. We moeten er dan wel voor zorgen dat er steeds minimaal één satelliet zichtbaar is vanaf de plaatsen waar tussen de verbinding loopt. Dit is een nogal duur systeem, omdat dan per grondstation minimaal twee antennes nodig zijn en veel satellieten.

Met één satelliet en één antenne per grondstation kan ook een 24-uurs service worden geboden. De satelliet moet dan in een cirkelvormige baan

worden geplaatst boven de evenaar (figuur 3a). In deze baan op ongeveer 36.000 km boven het aardoppervlak in de snelheid constant.

De satelliet doorloopt deze baan één keer in 24 uur. De aarde draait in dezelfde richting in 24 uur één keer om zijn as. De satelliet staat hierdoor als het ware stil boven punt P op de aarde. Na de lancering en koerscorrecties zal de satelliet meestal niet exact boven de evenaar hangen. Deze afwijking veroorzaakt een dagelijkse noord-zuid beweging van de satelliet. In figuur 3b is dit weergegeven voor een satelliet met een grote baan-inclinatie.

Door de grote afstand tussen aarde en satelliet is het vanaf de satelliet zichtbare deel van de aarde zeer groot (zie figuur 3a en 4).

Via de satelliet kunnen hierdoor grote aardse afstanden in één keer worden overbrugd. We moeten hierbij wel bedenken dat via de satelliet de afstand tussen twee plaatsen minimaal 72.000 km is. Een signaal door een grondstation uitgezonden zal daarom pas na ongeveer een kwartseconde bij een ander grondstation aankomen.

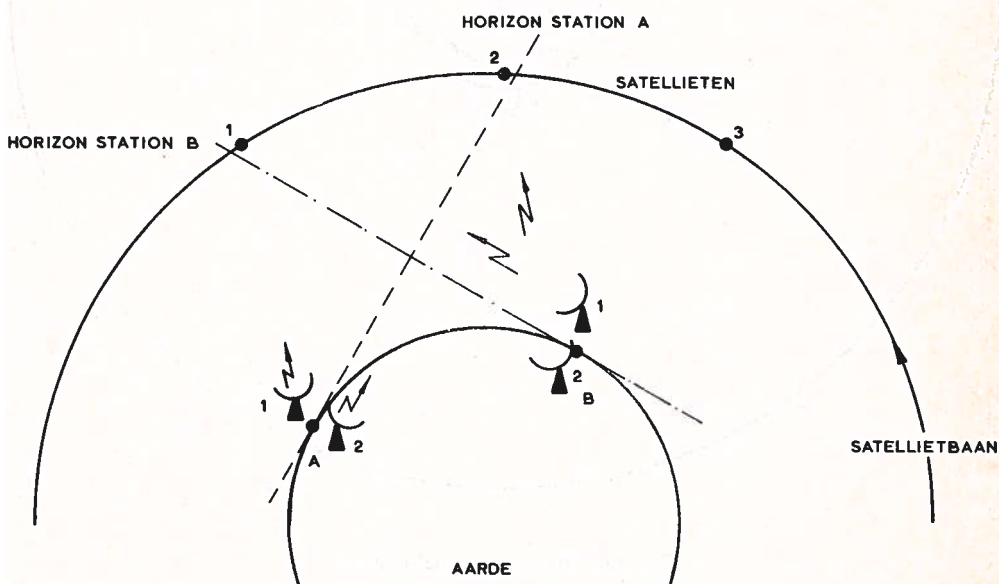


Fig. 2. Communicatie-satellieten in een lage omloopbaan. De verbinding wordt opgebouwd via antennes 1 en satelliet 1. De antennes 2 en satelliet 2 nemen de verbinding over voordat satelliet 1 onder de horizon van B verdwijnt enz.

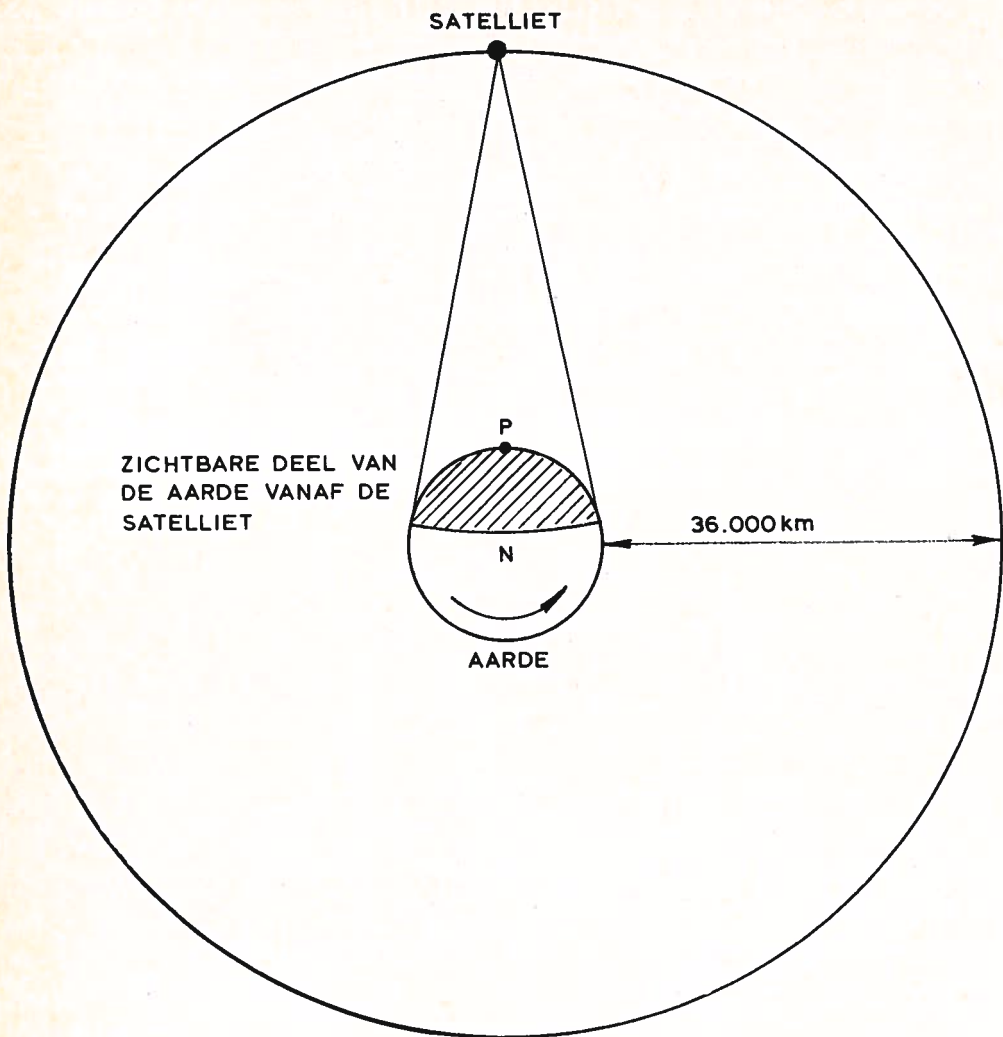


Fig. 3a. Synchrone satellietbaan.

Lancering

De communicatie-satellieten, die we in de INTELSAT-organisatie gebruiken, worden gelanceerd vanaf Cape Canaveral in Florida. Bij deze lancering wordt uiteraard nuttig gebruik gemaakt van de snelheid die de aarde zelf heeft door de satelliet in zuid-oostelijke richting omhoog te schieten.

De satelliet komt eerst in een ellipsvormige baan, waarvan het hoogste punt ligt op de synchrone baan. De parkeerbaan wordt bepaald door de plaats van de lanceerbasis en het massamiddelpunt van de aarde. Dit massamiddelpunt ligt van nature altijd in het vlak van de satellietbaan.

De lanceerbasis ligt ten noorden van de evenaar. Daarom valt het vlak van de parkeerbaan niet samen met het vlak van de synchrone baan.

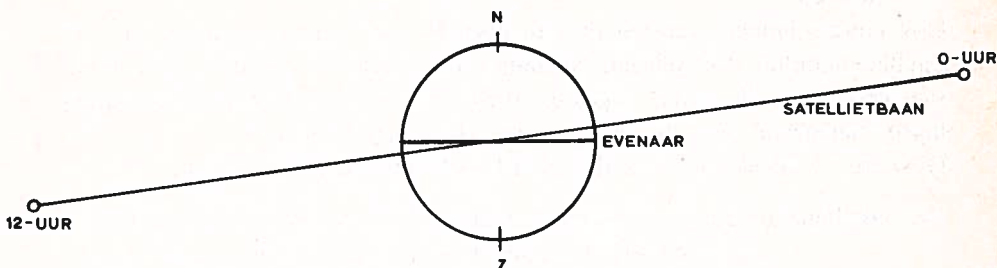


Fig. 3b. Synchrone baanvlak valt niet samen met het vlak van de evenaar.

Na enkele omwentelingen heeft het controlecentrum voldoende gegevens vergaard om het exacte verloop van deze baan te berekenen.

De volgende keer dat de satelliet weer op de 24 uren baan komt, wordt de ingebouwde apogeum-motor ontstoken. Hierdoor wordt de satelliet nu in de 24 uren baan gebracht.

Dit is een manoeuvre waarbij de satelliet op het juiste moment een goed berekende stoot moet worden gegeven in een bepaalde richting. Als aan een van deze voorwaarden niet geheel wordt voldaan, komt de satelliet in een bijna synchrone baan. In figuur 5 is deze volgorde nog eens getekend. Met koerscorrectie-raketjes, gemonteerd op de satelliet, kan deze exact op de juiste plaats in de synchrone baan worden gebracht. Dit gebeurt dan wel ten koste van onvervangbare brandstof. Daarom wordt hier minimaal gebruik van gemaakt.

Op de betekenis van deze koerscorrectie-mogelijkheden komen we nog terug.

De 'INTELSAT'-organisatie

Na de lancering van de eerste kunstmaan werd al snel begonnen met het onderzoek naar de toepassing van satellieten als relaisposten. De proefnemingen werden eerst gericht op systemen met satellieten in lage omloopbaan; zoals getekend in figuur 2. In 1963 werd ook de synchrone baan in het onderzoek betrokken.

Uit de resultaten bleek duidelijk dat satellieten goed als relaisposten dienst kunnen doen. Door de eerste rechtstreekse tv-reportages van continent naar continent werd dit nog eens extra aangetoond.

In de Verenigde Staten leidde dit in 1962 tot het aannemen van de "Communications Satellite Act". Op basis van deze wet werd de **Communications Satellite Corporation** opgericht. (COMSAT).

Deze maatschappij kreeg in de Verenigde Staten het monopolie voor satelliet-verbindingen.

Ook andere landen wensten mee te doen in een toekomstig internationaal satellietcommunicatie-systeem. Na lang onderhandelen werden overeenkomsten opgesteld, die vanaf augustus 1964 ter ondertekening in Washington lagen. Nederland was één van de eerste elf ondertekenaars.

Op deze overeenkomsten is de INTELSAT-organisatie gebaseerd.

Het satellietcommunicatie-systeem bestaat uit twee hoofddelen, namelijk:

- a. het ruimte-segment, gevormd door de satellieten met de voor de besturing en bewaking benodigde grondstations.
- b. grondstations, die via de satelliet(en) verbindingen met elkaar onderhouden.

INTELSAT is verantwoordelijk voor het ruimte-segment.

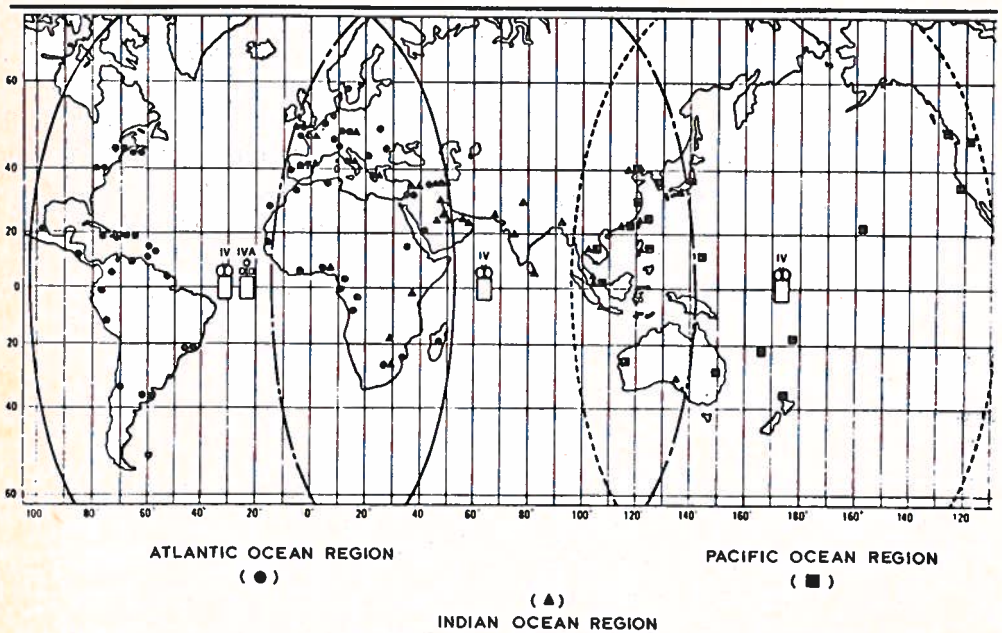


Fig. 4. Posities van de synchrone 'INTELSAT'-satellieten.

Dit houdt in dat INTELSAT zorgt voor de ontwikkeling, bouw, onderhoud en gebruik van het ruimtedeel. Om aan toekomstige verkeersvraag te kunnen voldoen moeten door INTELSAT plannen gemaakt worden en nieuwe ontwikkelingen worden gestimuleerd.

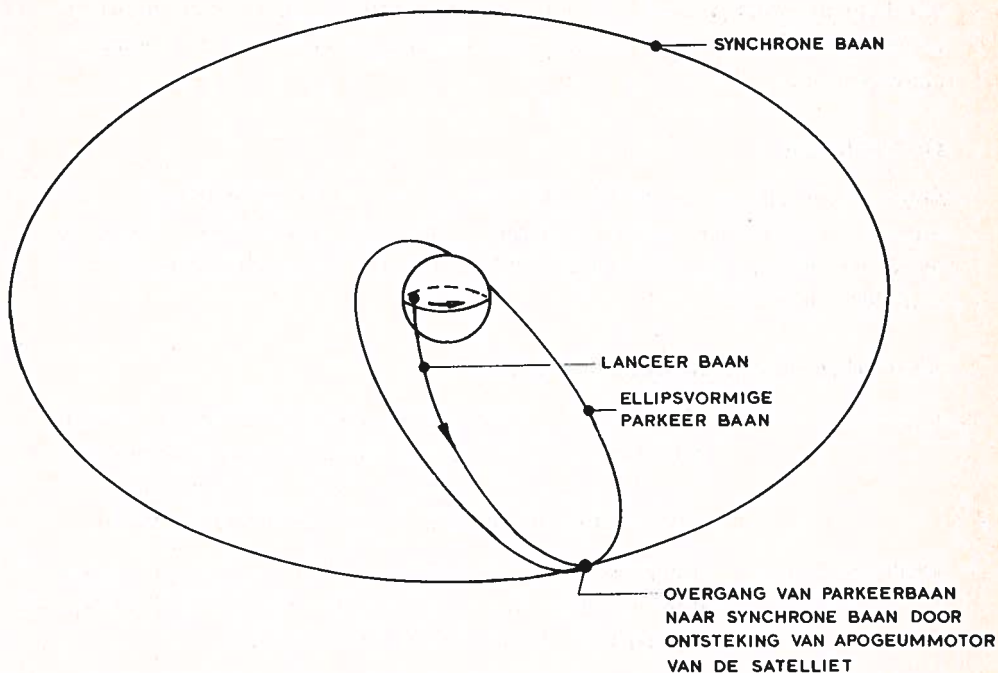


Fig. 5. Lancering van een satelliet in de synchrone baan.

De grondstations, genoemd onder b, vallen niet onder verantwoordelijkheid van INTELSAT. De landen of PTT-organisaties, die een grondstation in gebruik namen, moeten er voor zorgen dat dit station aan een minimum aantal eisen en aanbevelingen voldoet.

Deze eisen zijn er voornamelijk op gericht te voorkomen dat het ruimtedeel gestoord of zeer ondoelmatig gebruikt wordt.

De satellieten zijn boven de drie grote oceanen geplaatst. Op deze plaatsen wordt er een zo groot mogelijk gebruik van gemaakt (figuur 4).

De gebieden zijn elk genoemd naar de oceaan waarboven de satelliet hangt, namelijk: Atlantische-, Indische- en Stille Oceaan regio.

Om het systeem zo goed mogelijk te laten functioneren en zo snel mogelijk te kunnen ingrijpen bij eventuele storingen is er per regio een coördinatiepunt, het **Technical Operating and Coördination Centre (TOCC)**.

Via een eigen dienstlijnnennet kan het personeel van de grondstations contact met elkaar en het coördinatie-station opnemen voor gegevens uitwisseling. Dit dienstlijnnennet, waarop telefoon- en texttoestellen zijn aangesloten, wordt tevens gebruikt voor uitwisseling van allerlei gegevens over het communicatie-systeem.

De satellieten

Sinds de oprichting van INTELSAT zijn al veel satellieten gelanceerd. Tot nu toe onderscheiden we vier generaties satellieten. Elke nieuwe generatie wordt gekenmerkt door meer mogelijkheden, verbeterde technieken en meer complexe opbouw.

Kenmerken van de verschillende generaties:

- | | |
|---------------|--|
| INTELSAT I | ('Early bird'), de eerste satelliet die commerciëel werd gebruikt voor afwikkeling van intercontinentaal verkeer. Via deze satelliet konden slechts twee grondstations tegelijkertijd met elkaar verbindingen onderhouden. |
| INTELSAT II | Meervoudige toegankelijkheid. Dat wil zeggen dat via deze satelliet meer grondstations tegelijkertijd verbindingen met elkaar konden onderhouden. |
| INTELSAT III | Een vast op de aarde gerichte antenne en grote stijging in circuit-capaciteit. |
| INTELSAT IV | Speciale antennes gericht op die delen van de aarde waar veel communicatieverkeer van afkomstig is; sterke toename van transportcapaciteit. |
| INTELSAT IV-A | Door als het ware twee INTELSAT IV-satellieten in één huis onder te brengen, wordt de totale capaciteit vergroot. Voor het eerst hergebruik van dezelfde frequentiebanden in dezelfde satelliet. |

Uit deze opsomming blijkt dat er in de eerste tien jaren van het satelliet-communicatie-systeem een snelle ontwikkeling is geweest. Dit is nodig om de snel groeiende verkeersstroom te kunnen verwerken. Elke vier jaar verdubbelt het aantal benodigde circuits.

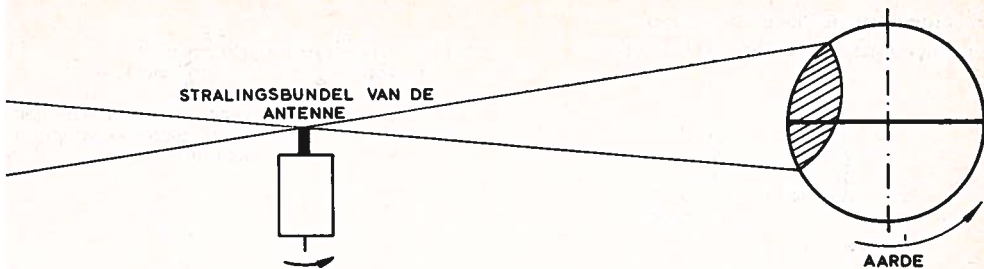


Fig. 6. Early bird in de synchrone baan.

Van 'Early Bird' tot INTELSAT V

Om een indruk te geven van de technische ontwikkelingen in het satelliet-communicatie-gebied zullen twee satellieten worden beschreven. We bekijken eerst de elektrische opbouw van de 'Early Bird' en vervolgens de elektrische en mechanische opbouw van de INTELSAT IV-A.

Early Bird

De ervaringen opgedaan in 1963 met de eerste synchrone communicatie-satellieten werden verwerkt in de Early Bird.

De Early Bird, INTELSAT I, werd de eerste satelliet die door de nieuwe INTELSAT-organisatie commercieel werd gebruikt.

In figuur 6 is deze satelliet getekend, tevens is gearceerd aangegeven welk deel van de aarde door de satelliet-antenne wordt bestreken. De Early Bird draait naast zijn rondjes om de aarde ook nog eens om zijn eigen as.

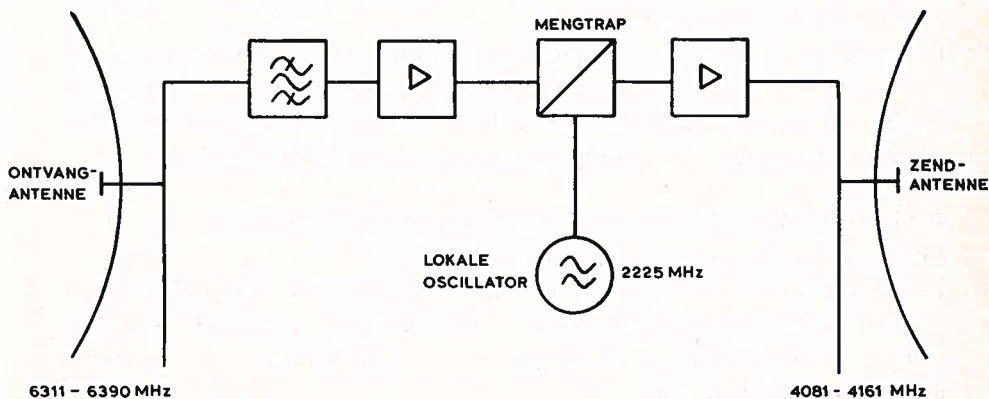


Fig. 7. Satelliet transponder.

Z = zender in de 6000 MHz-band.
 O = ontvanger in de 4000 MHz-band.

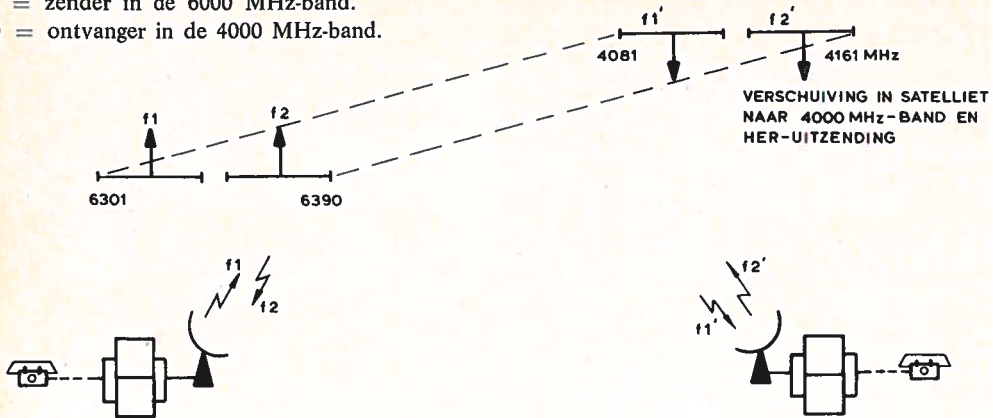


Fig. 8. Verbinding tussen twee abonnees.

Hierdoor is de positie van de satelliet-as ten opzichte van de aard-as stabiel. De antenne draait echter ook mee. Om nu toch doorlopend te kunnen uitzenden en ontvangen moet de antenne zijn zend-energie rondom uitstralen. Vandaar de verdeling van de zend-energie in een soort pannekoekvormig patroon. Dit houdt echter wel in dat maar een klein deel van de uitgezonden energie op de aarde komt. De capaciteit van deze satelliet was mede hierdoor beperkt tot 240 telefooncircuits of twee tv-kanalen met redelijke eigenschappen.

De diameter van de cilindervormige satelliet is 80 cm en de hoogte circa 60 cm. De buitenomtrek is bekleed met zonnecellen, waaruit de energie wordt geput voor de voeding van de elektrische apparatuur. Het totale gewicht is circa 38 kg.

De satelliet moet een radio-signaal, afkomstig van de aarde, ontvangen, versterken, in frequentie-verschuiven en vervolgens weer naar de aarde terug zenden. De ontvanger-zender-combinatie, die dit verzorgt wordt transponder genoemd. In figuur 7 is de opbouw van een transponder getekend.

In de Early Bird zijn twee van deze transponders ingebouwd.

Elke transponder heeft een bandbreedte van 25 MHz.

Het grondstation zendt een in frequentie-gemoduleerde draaggolf naar de satelliet in de frequentieband 6301 - 6390 MHz. Deze draaggolf wordt ontvangen en afhankelijk van de frequentie via transponder 1 of 2 opnieuw uitgezonden naar de aarde.

Via Early Bird konden slechts twee grondstations tegelijk met elkaar in

verbinding staan. Deze satelliet is daarom alleen gebruikt voor verbindingen tussen Noord-Amerika en Europa. Het verkeer van deze gebieden werd naar één grondstation geleid. In Europa werd het verkeer afwisselend geleid via o.a. het grondstation in Frankrijk en Engeland.

In figuur 8 is geschetst hoe een verbinding tussen twee abonnees verloopt. Uiteraard worden er tegelijkertijd meer gesprekken gevoerd. De methode van stapeling is dezelfde als voor bijvoorbeeld het draaggolfnet.

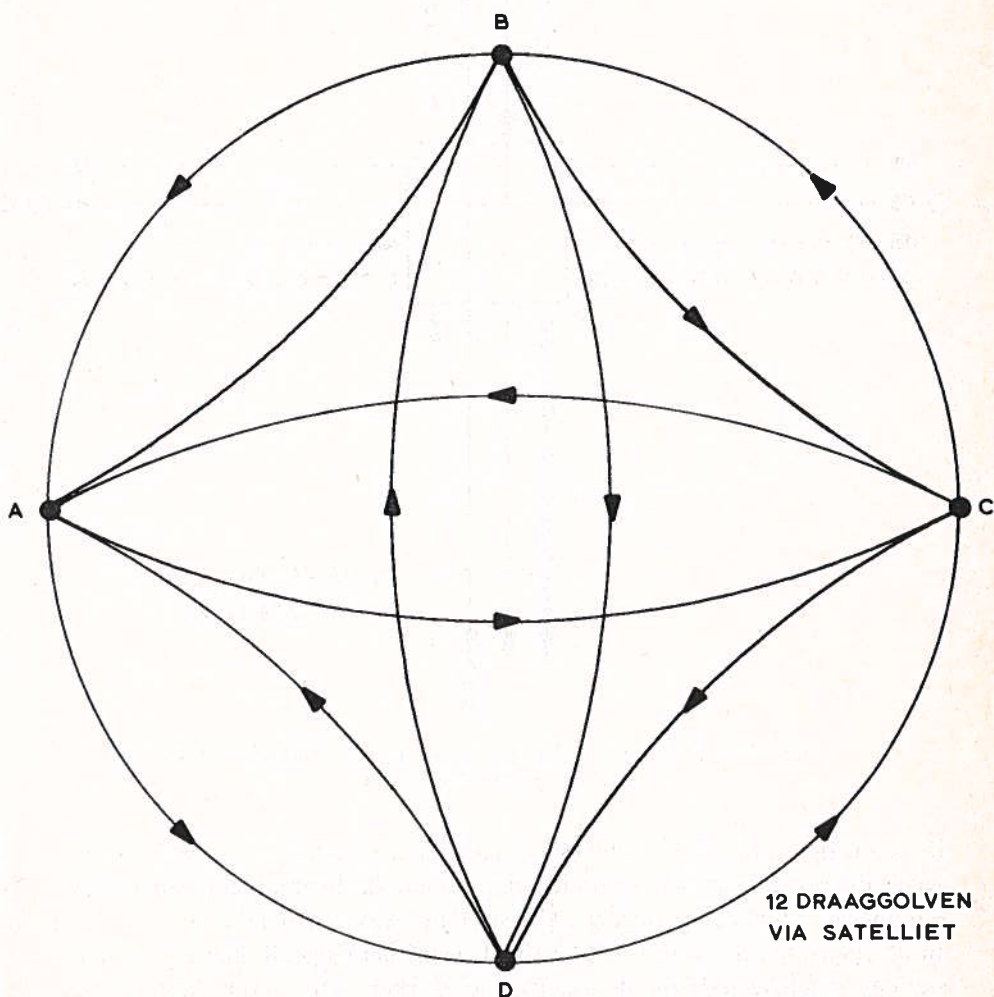


Fig. 9a. Verbindingen tussen de landen A-B-C en D via draaggolven met enkelvoudige bestemming.

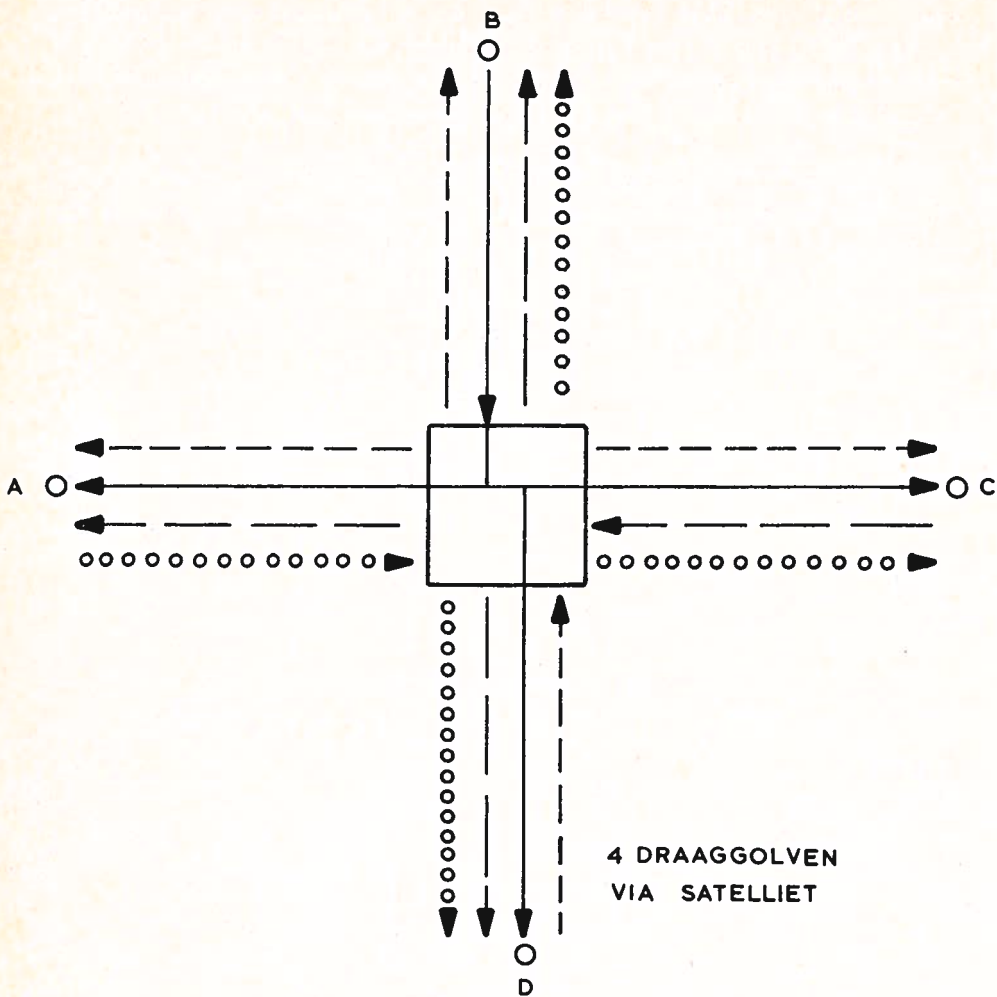


Fig. 9b. Dezelfde verbindingen maar nu via draaggolven met meervoudige bestemmingen.

De capaciteit van deze satelliet was voor de verwerking van het snel toenemende verkeersaanbod onvoldoende. Vooral de beperktheid van de verbindingsmogelijkheden, slechts twee stations, was een handicap.

In de volgende generatie, INTELSAT II, werd het mogelijk met meer grondstations tegelijkertijd via de satelliet te werken. Dit wordt meervoudige toegankelijkheid, 'Multiple Access' (MA), genoemd. Met deze meervoudige toegankelijkheid wordt één van de belangrijkste eigenschappen van de

synchrone satelliet benut. Deze eigenschap is dat men tussen twee willekeurige punten in het werkgebied vlug een verbindingsweg kan vormen. Landen die voorheen moeilijk bereikbaar waren kregen nu via een grondstation toegang tot vrijwel elk ander land.

Het verkeersaanbod groeit zo snel dat steeds grotere satellieten met meer transponder-capaciteit moeten worden gelanceerd. In het Atlantische Oceaan-gebied zijn momenteel zelfs al drie satellieten van de IV-A generatie in bedrijf om al het verkeer te verwerken.

Voordat we nu de INTELSAT IV-A gaan bekijken moeten we eerst een paar andere begrippen met hun ontstaans-achtergrond nader bekijken.

De versterking in een transponder gebeurt in een lopende golfbuis. De versterkingskarakteristiek van zo'n buis bezit een niet-lineair gedeelte.

Hierdoor zullen, als er twee of meer draaggolven worden versterkt, mengproducten ontstaan.

Door deze intermodulatie zal bij FM-modulatie de achtergrondruis toenemen. De sterkte hiervan kan beperkt worden door ervoor te zorgen, dat er niet wordt gewerkt in het sterk niet-lineaire deel van de buis-karakteristiek. Dit kan weer worden bereikt door bij een toenemend aantal draaggolven het vermogen per draaggolf te verminderen.

De transport-capaciteit van de draaggolf neemt hierdoor echter af. Hoe drastisch dit in zijn werk gaat ziet u in de onderstaande tabel.

Tabel: Capaciteit van 36 MHz-transponder.

<i>Aantal draaggolven:</i>	<i>Bandbreedte per draaggolf:</i>	<i>Aantal kanalen per transponder:</i>
14	2,5	
7	5	336
2	10	420
1	5	456
1	36	900

Er kan dus een aantrekkelijke winst worden verkregen in verwerkingscapaciteit door vermindering van het aantal draaggolven. Dit mag echter niet leiden tot een afname van het aantal verbindingsmogelijkheden.

De oplossing, die hiervoor is bedacht, is de invoering van draaggolven met meervoudige bestemming.

In de praktijk betekent dit, dat bijvoorbeeld het verkeer van Nederland naar de Verenigde Staten en Canada niet via twee afzonderlijke draaggolven

wordt verzonden. Het verkeer wordt eerst „gebundeld” en dan via één draaggolf verzonden.

De draaggolf, die wij van de Verenigde Staten ontvangen bevat naast Nederland vele andere bestemmingen. In het grondstation worden de circuits die voor ons bestemd zijn doorverbonden naar de internationale centrale. De afname van het aantal draaggolven bij gelijkblijvende verbindingsmogelijkheid is geschetst in figuur 9a en 9b.

Mechanische opbouw van INTELSAT IV-A

INTELSAT IV-A is cilindervormig, met een diameter van 2,4 meter.

Met de antenne erbij is de totale hoogte bijna zeven meter. Het totale gewicht van deze satelliet, na het arriveren in de synchrone baan, is 826 kg.

Figuur 10 laat zien hoe deze satelliet is opgebouwd. De buitenmantel is bekleed met zonnecellen. Deze moeten gedurende de levensduur van 7 jaren zorgen voor de stroomvoorziening. Deze buitenmantel roteert met circa 50 omwentelingen per minuut. Door deze rotatie wordt de as-positie van de satelliet gestabiliseerd.

De rest van de satelliet staat stil ten opzichte van de aarde. Met de infrarood sensoren wordt er continu op gelet dat het platform met de antennes zijn goede positie ten opzichte van de aarde blijft innemen. Eventuele correcties worden door middel van de diverse straalpijpen aangebracht op commando vanaf de aarde.

De elektrische energie van de zonnecellen, circa 500 Watt, wordt via een koppeling in het lager overgebracht naar het platform.

Een groot deel van het satellietgewicht is de apogeum motor, die alleen gebruikt is voor de overgang van de parkeerbaan naar de synchrone baan. Een belangrijk verschil met de Early Bird is het gebruik van stilstaande antennes. Alle energie kan nu in een smalle bundel naar de aarde worden gestuurd.

Voor besturings- en bewakingsdoeleinden zijn een aantal telemetrie antennes geïnstalleerd. Bewaakt wordt onder andere de toestand van de stroomvoorzieningsinstallatie en de temperatuur.

Elektrische opbouw van INTELSAT IV-A

In de INTELSAT IV-A zijn 20 transponders ingebouwd met elk een bandbreedte van 36 MHz. Het principe van de transponder is gelijk aan die van de Early Bird. Het gebruik van de beschikbare frequentie-band is echter veel gecompliceerder geworden dan in de tijd van INTELSAT I.

Laten we eerst eens kijken naar de frequentie-band.

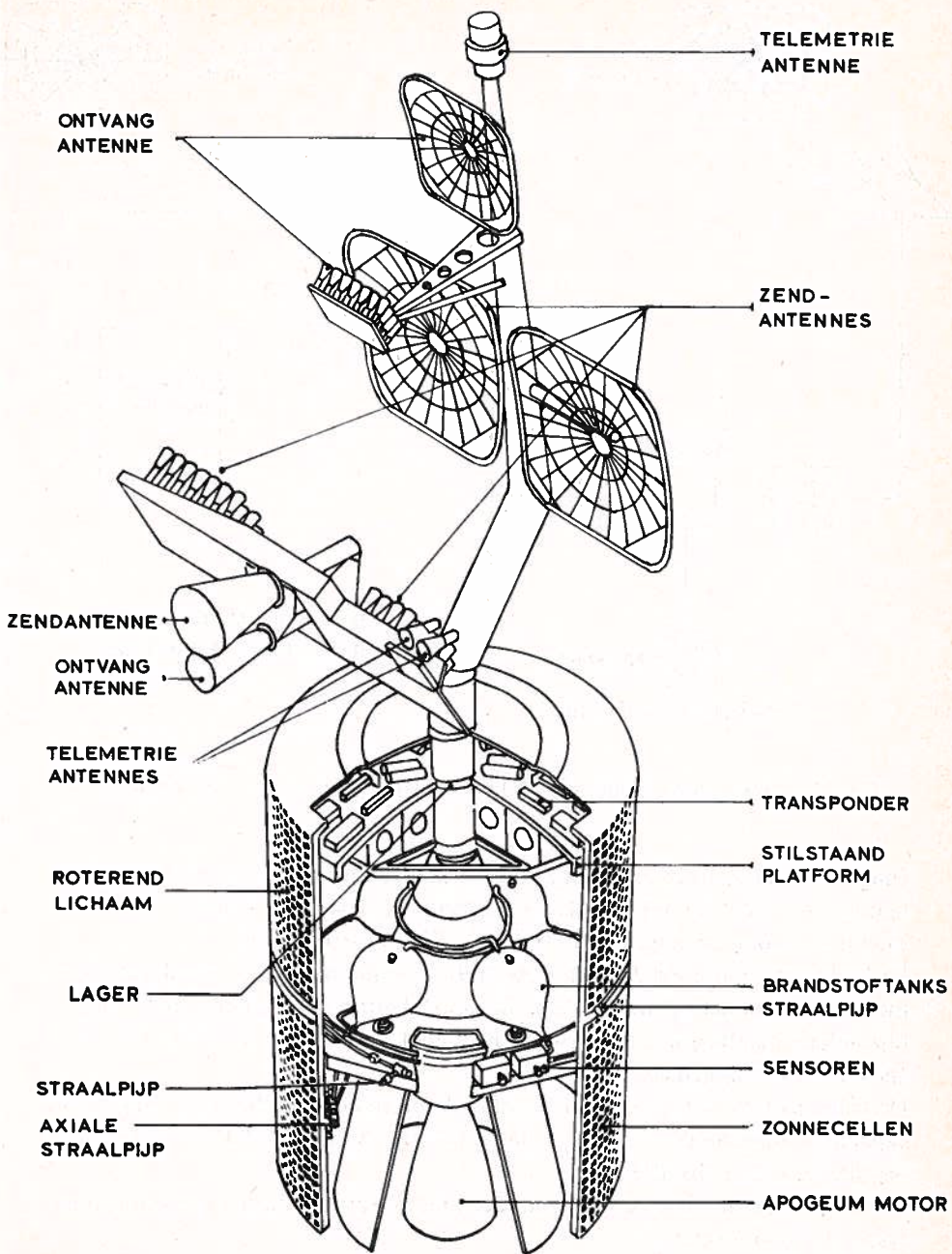


Fig. 10. INTELSAT IV-A

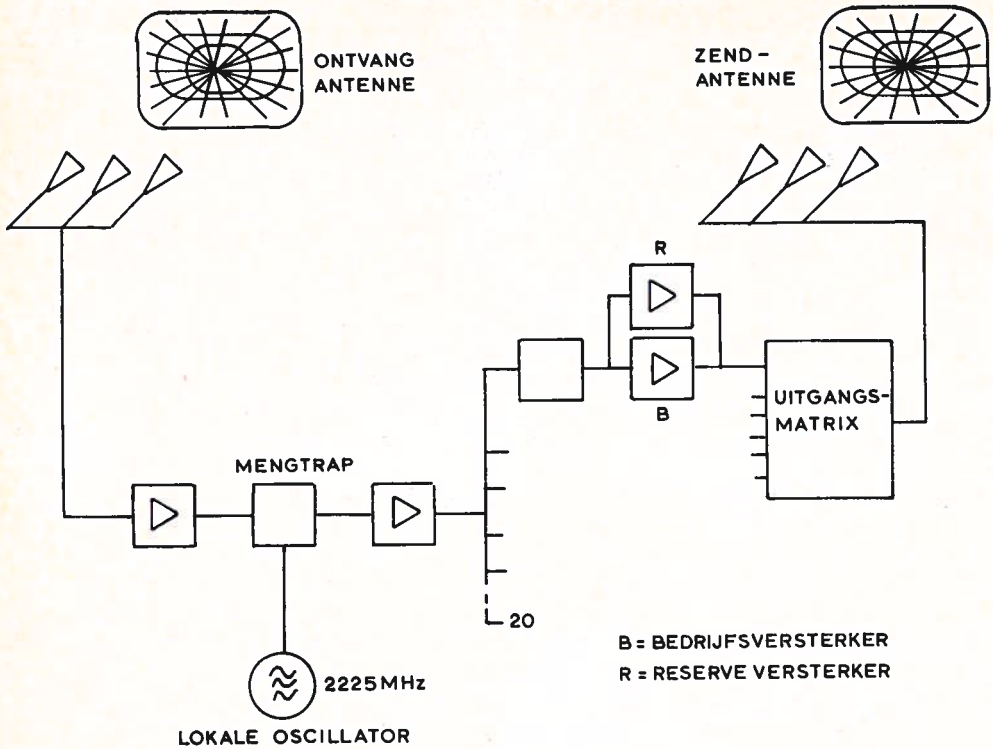


Fig. 11. Elektrische opbouw van INTELSAT IV-A (een transponder getekend).

Internationaal is overeengekomen voor satellietcommunicatie de frequentieband van 5925 tot 6424 MHz te gebruiken voor de richting aarde — satelliet en voor de omgekeerde richting 3700 tot 4200 MHz.

Er is dus een bandbreedte van 500 MHz beschikbaar. Deze bandbreedte is niet toereikend om al het verkeer in het Atlantische Oceaangebied zonder bijzondere maatregelen te verwerken. Vanaf 1978 geldt dit ook voor het Indische Oceaangebied.

Door hergebruik van dezelfde frequentieband in één satelliet is de transportcapaciteit opgevoerd. Vandaar dat in een INTELSAT IV-A de totale bandbreedte 20×36 MHz is.

Figuur 11 laat zien hoe een transponder in deze satelliet in het communicatiesysteem functioneert.

We zien dat de transponder nog steeds dezelfde functie heeft; namelijk: versterken en verschuiving van het signaal over een vaste frequentieafstand.

Tussen de transponder en de zendantennes is een schakelmatrix geplaatst. Via deze matrix kunnen bepaalde combinaties gevormd worden tussen de transponders en de diverse zendantennes (zie ook figuur 10).

Het hoe en waarom kunnen wij bekijken met behulp van figuur 12.

Via twee grote zendantennes en een grote ontvangantenne wordt met gerichte bundels met vier verschillende delen van de regio gewerkt.

We onderscheiden het noord- en zuidwestelijke gebied alsmede het noord- en zuidoostelijke gebied. Door een hoornantenne wordt tevens het hele Atlantische gebied aangestraald.

Door deze ruimtelijke scheiding van de antenne-bundels kan dezelfde 500MHz bandbreedte zowel in de oostelijke-, als in de westelijke zone worden

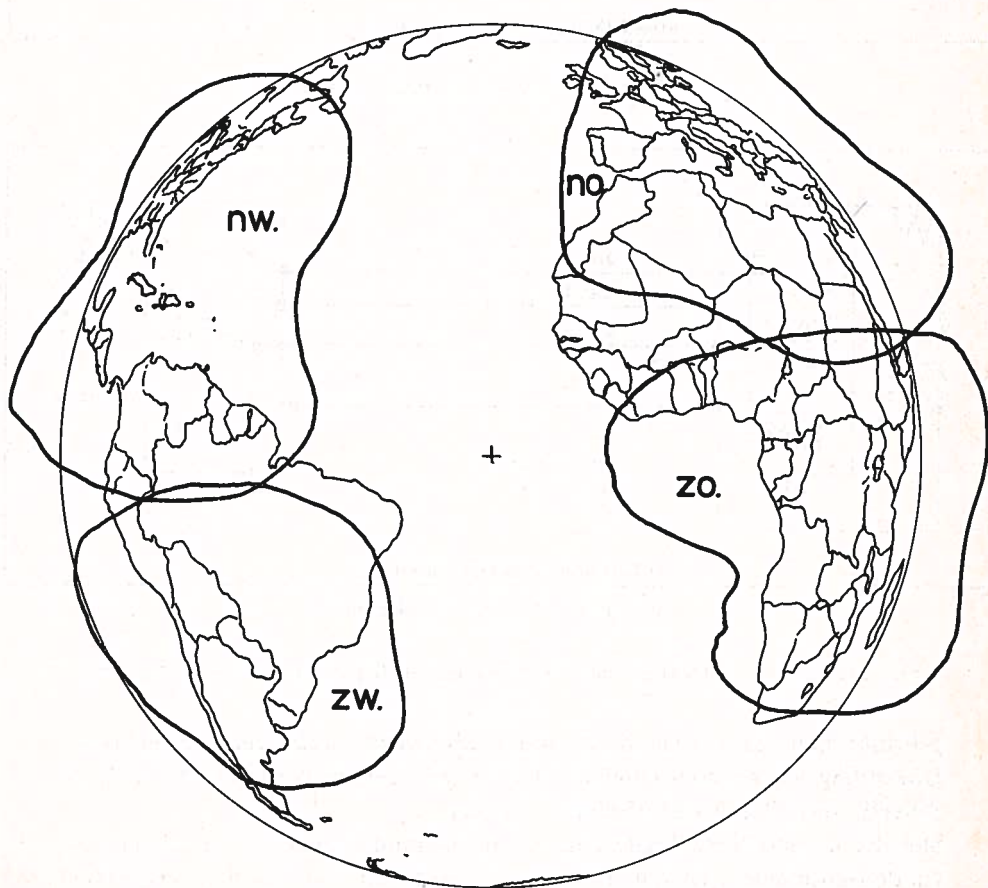


Fig. 12. De gebieden aangestraald door de IV-A-satelliet boven de Atlantische Oceaan.

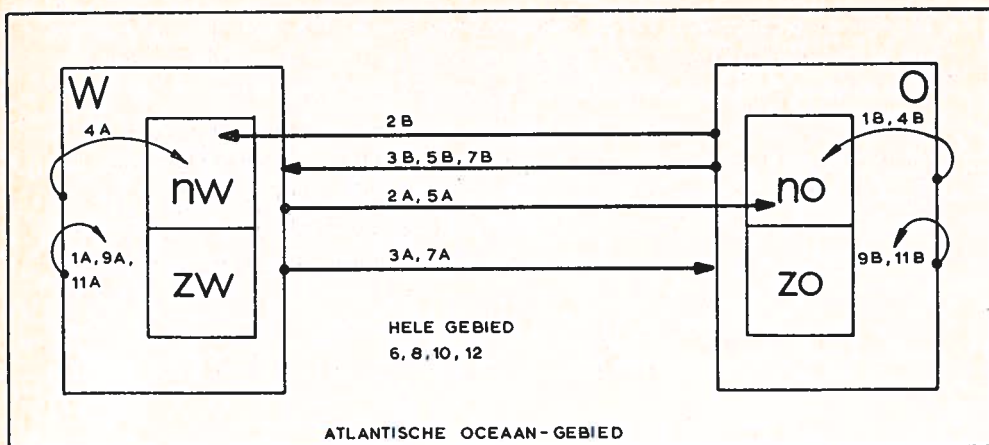


Fig. 13a. Eerste bedrijfsplan.

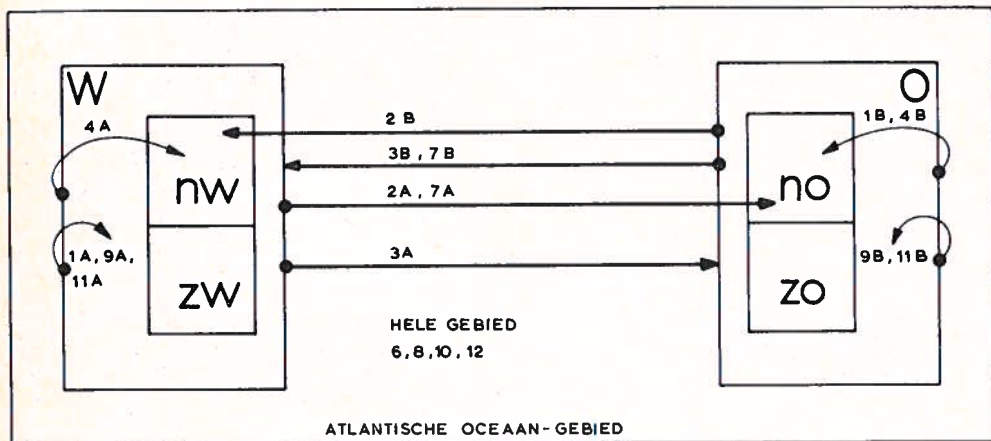


Fig. 13b. Tweede bedrijfsplan.

Fig. 13a en 13b: 2 Opvolgende bedrijfsplannen in het Atlantische Oceaangebied.

gebruikt. Een gedeelte van deze bandbreedte wordt slechts één keer gebruikt. Uitzending via de hoornantennes in het hele gebied is nodig t.b.v. TV en SPADE (een Puls Code Modulatie systeem).

Stel dat de 500 MHz brede band in de westelijke zone wordt gerelayeerd via de transponders 1A t/m 12A en in de oostelijke zone via de transponders 1B t/m 12B. De transponders 1A en 1B relayeren dan dezelfde frequentiebandjes.

Om verkeer tussen de oostelijke en westelijke zones te kunnen afwickelen, zullen bepaalde doorverbindingen tot stand gebracht moeten worden.

Welke transponder-antennecombinaties gevormd moeten worden hangt uiteraard af van de gewenste verkeersafwikkeling.

Elk jaar geven de deelnemende landen van INTELSAT op hoe het verkeersaanbod voor de komende jaren er uitziet. Deze gegevens worden gebruikt voor het opstellen van de bedrijfsplannen voor de komende jaren.

De samenhang tussen transponder-antennecombinaties en verkeersaanbod kunnen we het beste bekijken door twee opeenvolgende plannen naast elkaar te leggen. We zien dan tevens hoe het hergebruik van frequentiebanden wordt toegepast.

Fig. 13a geeft de toestand van een bepaald bedrijfsplan weer. We zien dat de transponders 6, 8, 10 en 12 worden gebruikt voor verkeersafwikkeling in het gehele gebied. Transponder 4A wordt gebruikt voor afwikkeling van verkeer uit het westelijke gebied naar het noordwestelijke gebiedsdeel. De transponders 1A, 9A en 11A worden gebruikt voor verkeersafwikkeling binnen het westelijke gebied.

De frequentiebandjes behorend bij de transponders 1, 4, 9 en 11 kunnen nu nog eens gebruikt worden voor verkeersafwikkeling in het oostelijke gebied. In fig. 13a is dan ook te zien dat deze frequentiebanden nog eens worden gebruikt, zij het dat hier de transponders 1B en 4B worden gebruikt voor verkeersafwikkeling tussen het oostelijke gebied en het noordoostelijke gebiedsdeel.

De resterende vier maal twee transponderparen worden gebruikt voor de afwikkeling van het oost-west verkeer en vice versa.

Uit de verdeling van de transponders over de gebiedsdelen blijkt dat het hoofdverkeersaanbod kennelijk uit het noordwestelijke en noordoostelijke gebied komt.

In het nieuwe bedrijfsplan, weergegeven in fig. 13b, zien we een toename van transponders in het oostelijke gebied. Transponder 5B, die voordien zorgde voor transport van verkeer in de oost-west richting wordt nu gebruikt voor verkeersafwikkeling in het oostelijke gebied. Hiermede vervalt tevens transponder 5A voor het verkeerstransport van west naar oost.

Deze transponder zou nu ingezet kunnen worden in het westelijke gebied. Dit is niet gebeurd, omdat het verkeersaanbod door de transponders 1A, 4A, 9A en 11A kan worden behandeld.

Voor het oost - west verkeer en v.v. zijn nu nog drie transponderparen aanwezig. De transportcapaciteit in deze richting is verminderd.

Door overheveling van oost - west verkeer naar een andere satelliet is op

deze satelliet ruimte gemaakt voor opvang van de verkeersgroei in het oostelijke gebied.

Momenteel zijn in het Atlantische Oceaangebied drie INTELSAT IV-A satellieten in gebruik voor de verkeersafwikkeling.

Alle landen werken met elkaar samen via de "primary path"-satelliet. De transponders-antenne combinaties van deze satelliet zijn in het voorgaande beschreven.

Landen met grote onderlinge verkeersstromen, zoals b.v. tussen de Verenigde Staten en Frankrijk hebben de beschikking over een tweede en/of derde antenne voor verkeersafwikkeling via de andere twee "major path"-satellieten.

(wordt vervolgd)

**Het
STUDIEBLAD
is oud
maar
de
INHOUD
is jong**

Examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens voor

- VAKMAN Theorie (VT = Theorie deel van het vakmanexamen)
- MONTEUR Theorie (MT = Theorie deel van het monteurexamen)
- Bedrijfselektronica - MONTEUR (BEM)
- Telecommunicatie - MONTEUR (TCM)

Deze keer zijn dat een aantal examens opgaven uit de serie VT en MT.

De opgaven zijn opgesteld volgens het meerkeuze systeem.

De oplossingen worden opgenomen in het volgende nummer.

In dit nummer vindt u de oplossingen van de opgaven uit het vorige nummer. In het decembernummer 1977 van het Studieblad is een uiteenzetting gegeven over de nieuwe opzet en de nieuwe benamingen bij de VEV opleidingen.

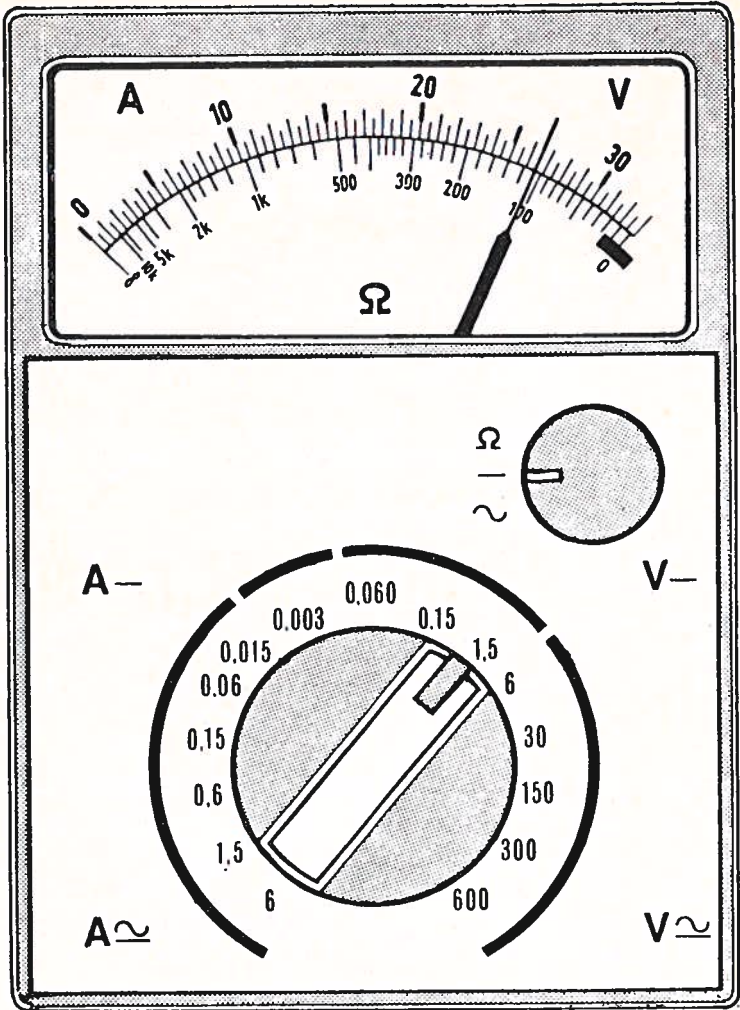
Wij handhaven hier echter de benamingen welke van kracht waren toen er geëxamineerd werd met gebruikmaking van onderstaande vraagstukken.

VT 35. Een elektrische stroom door het menselijk lichaam is het gevaarlijkst als de spanning een waarde heeft van

- A 26 V \sim
- B 55 V \sim
- C 46 V $=$
- D 90 V $=$

VT 36. Voor het gebruik van een schiethamer moet men

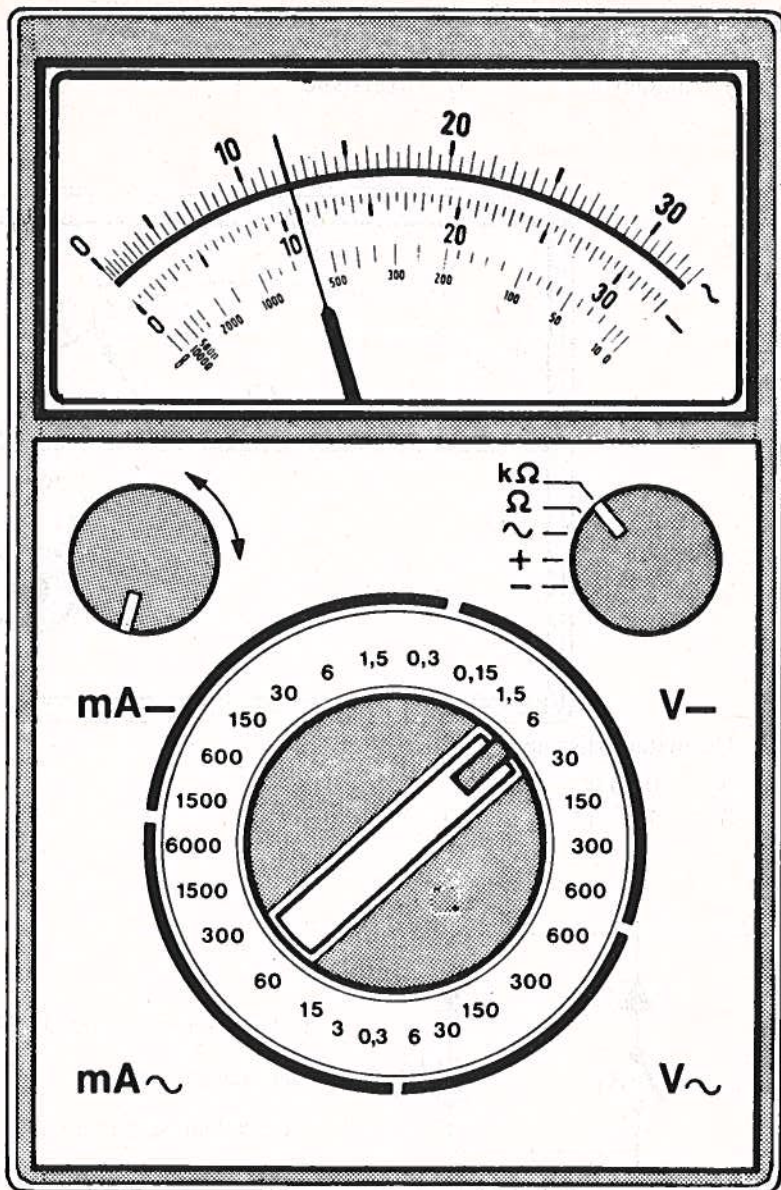
- A meerderjarig zijn
- B een vuurwapenvergunning hebben
- C een installateursdiploma hebben
- D toestemming van de K.E.M.A. hebben



VT 37.

De meter wijst aan

- A 1,325 V =
- B 13,25 A =
- C 26,5 V =
- D 110 Ω



VT 38.

De meter wijst aan

A 11 V=

C 24 V~

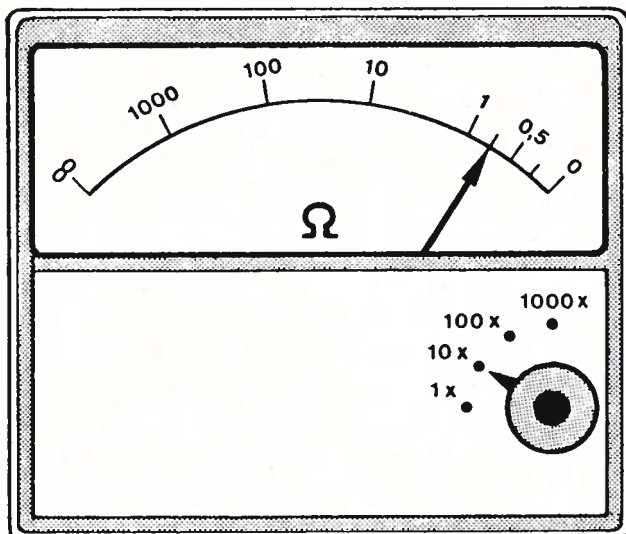
B 12 V~

D 600 k Ω

VT 39. Met een ohmmeter meten we van geleiders gewoonlijk de

- | | |
|------------|-------------|
| A lengte | C doorsnede |
| B diameter | D weerstand |

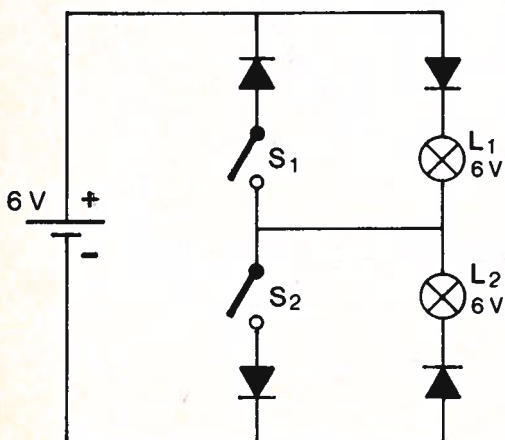
VT 40.



De meter wijst aan

- | | | | |
|---|---------------|---|--------------|
| A | 0,75 Ω | C | 75 Ω |
| B | 7,5 Ω | D | 750 Ω |

MT 32.



In de kolommen S_1 en S_2 betekent:

- 0 : schakelaar open
- 1 : schakelaar gesloten

In de kolommen L_1 en L_2 betekent:

- 0 : lamp uit
- 1 : lamp aan

De werking van de schakeling wordt goed weergegeven in tabel

S ₁	S ₂	L ₁	L ₂
0	0	0	0
0	1	0	0
1	0	0	0
1	1	1	1

A

S ₁	S ₂	L ₁	L ₂
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	1	0

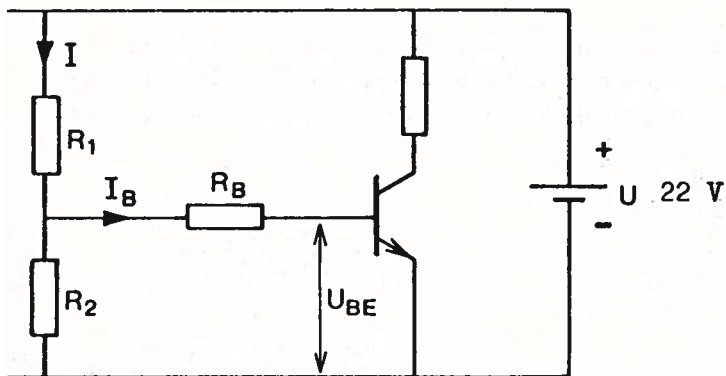
B

S ₁	S ₂	L ₁	L ₂
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	1	0

C

S ₁	S ₂	L ₁	L ₂
0	0	1	0
0	1	0	0
1	0	0	1
1	1	1	1

D



$$U = 22 \text{ V}$$

$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$U_{BE} = 0,7 \text{ V}$$

$$I_B \ll I$$

MT 33. Als $I_B = 40 \mu\text{A}$, is de weerstand van R_B

A $32,5 \text{ k}\Omega$

B $50 \text{ k}\Omega$

C $55 \text{ k}\Omega$

D $67,5 \text{ k}\Omega$

Technisch Engels

bewerkt door mej. C. V. Poolman en W. S. v. Dam

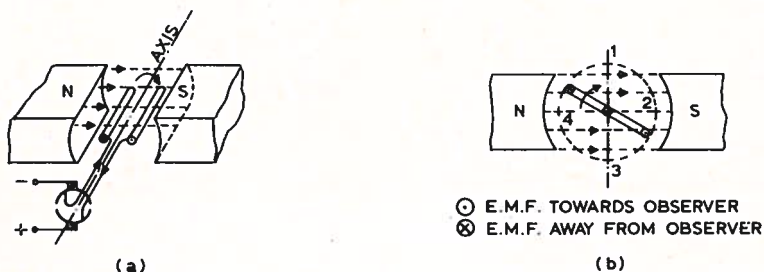
QUESTION

Describe the action of a simple d.c. shunt-connected generator, explaining particularly the function of the commutator.

Sketch a typical output-voltage/load curve for this type of generator. Mention one application for which this generator is particularly suitable.

ANSWER

The simplest form of direct-current generator is shown in sketch (a). A coil of wire, shown diagrammatically as a single turn, is driven by some external source of power to rotate in a strong steady magnetic field, of which



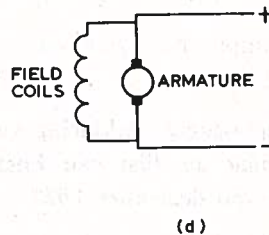
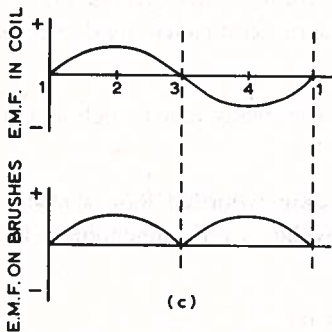
the poles are N and S in the sketch. As the coil rotates an e.m.f. will be induced in it having direction according to Faraday's Right Hand Rule. This states that "if the thumb, first and second fingers of the right hand are extended mutually at right-angles, then if the thumb indicates the direction of motion of the conductor, and the first finger the direction of the magnetic field, the second finger indicates the direction of the induced e.m.f." This is illustrated in sketch (b) for one position of the coil. The upper graph of sketch (c) shows how the induced e.m.f. varies for one complete revolution, corresponding notations being used for the positions of the coil in sketch (b) and sketch (c).

It can be seen that the e.m.f. varies sinusoidally, with a reversal of direction each time the direction of the flux changes relative to the coil.

Return now to sketch (a). The ends of the coil are connected each to one of the two insulated semi-circular segments of the commutator, which rotates with the coil and shaft. Two carbon contacts known as brushes, fixed to

but insulated from the frame of the machine and spaced at 180° , press on this commutator and form the positive and negative terminals of the generator. The relative angular positions of the commutator segments and brushes are such that the divisions between the commutator segments slide under the brushes at the time corresponding to point 3 in sketch (c), where the e.m.f. in the coil is changing sign. The commutator then acts as a reversing switch which operates every half-revolution to produce at the brushes a unidirectional e.m.f., as shown in the lower graph of sketch (c).

In a practical machine, there may well be several pairs of poles in the field system and in a shunt machine these will be energized by coils of wire that receive their voltage from the brushes of the generator itself. Sketch (d) shows the circuit of a simple shunt generator. The armature will have a large number of conductors set in slots round the edge of a rotating soft-iron



cylinder. Every effort is made to reduce the air gap in the magnetic circuit as the flux meets much greater reluctance in air than in iron; the bulk of the space occupied by the armature is therefore iron. There will be as many brushes round the commutator as there are main poles in the field system.

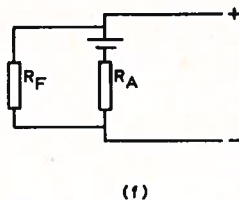
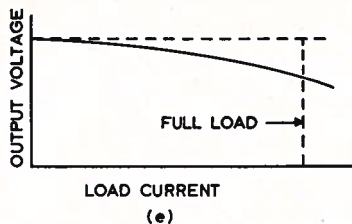
If there are P poles in the machine, each having a magnetic flux of Φ at its pole face, the total flux cut by each armature conductor per revolution $P \times \Phi$.

With N armature conductors in series between brushes and R revolutions/min of the armature:—

$$\text{the e.m.f. generated} = \frac{P \times \Phi \times N \times R}{60 \times 10^8} \text{ volts.}$$

The output-voltage/output-current curve that is typical of a simple shunt generator is shown in sketch (e). The voltage falls slightly with increasing load **current**, due to the increase in voltage drop in the armature that occurs

with rising armature current, as will be appreciated by **considering** the circuit in sketch (f).



Also, this voltage **drop** is deducted from the voltage at the brushes, which **means** that the voltage across the field coils also falls with rising load current. The flux is therefore **reduced** and the armature e.m.f. falls. So the fall is cumulative, and above full-load current the voltage falls off rapidly. This characteristic can be corrected by adding a series-connected field coil, as in the compoundwound generator.

The simple shunt generator is widely used for steady loads, such as battery charging.

Voor een nadere verklaring van de vetgedrukte woorden kan worden verwezen naar de, lijst van Engelse termen welke werd opgenomen in het nummer van december 1977.

Naar: Model Answers, BPO — El. Eng. Journal.

Technische berichten

Ing. B. Kieboom

SIEMENS PROCESCOMPUTER REGELT KLIMAAT IN NAALDWIJKSE PROEFKAS VOOR GLASTUINBOUW

Op het Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk is een speciale kas voor klimaatonderzoek gebouwd met 24 afdelingen. Dit is het grootste onderzoekproject van deze aard ter wereld. In elk van de afdelingen kan het klimaat afzonderlijk worden gemeten en geregeld.

De configuratie in het Proefstation omvat, naast de centrale verwerkings-eenheid met een geheugencapaciteit van 32 K woorden van elk 16 bits, procesperiferie voor 800 analoge en 72 digitale ingangen, alsmede 385 digi-

tale uitgangen. Het systeem heeft twee externe geheugens. Als achtergrondgeheugen een schijfveeneheid met een capaciteit van 4,8 M woorden en daarnaast een 9-spoors magneetbandeenheid met een overdrachtssnelheid van 60 kbytes/second. De bedieningsbladschrijver is uitgevoerd met ponsband in- en uitvoer met een snelheid van 18 tekens/second. Daarnaast staat een aparte ponsbandeenheid ter beschikking voor het invoeren van gegevens met een snelheid van 120 tekens/seconde. Via een grafisch kleuren-videoplay kunnen vier aparte curven, compleet met begeleidende tekst, worden weergegeven. Dit systeem-programmatuur bestaat uit het operating system ORG PP II, de assembler AS 3Ø, de macrocompiler SM 3Ø en het testprogramma TEPOS.

Compleet met weerstation

Per afdeling worden in de klimaatkas 26 analoge signalen door het systeem gelezen. Dit zijn onder andere de temperatuur van de lucht, en de grond, de luchtvochtigheid, het koolzuurgehalte, de buistemperatuur van het verwarmingssysteem en de standen van kleppen en ventilatieramen. Afhankelijk van deze waarden en een aantal vrij bedienbare parameters worden, met behulp van een speciaal ontwikkeld algoritme, via 16 digitale uitgangen per afdeling de motoren en kleppen geregeld.

Een weerstation, opgesteld naast het computergebouw, is verbonden met de computer. Op deze wijze wordt ook met de weersomstandigheden buiten de kas rekening gehouden.

Elke minuut leest het systeem alle signalen en berekent met een nauwkeurigheid van 1 seconde de verstellingen die zijn gewenst. Back-up regelaars, waarvan het setpoint door de computer wordt berekend en versteld, zorgen voor voortgang van de klimaatregeling indien de computer uit mocht vallen.

Iedere dag worden tabellen geprotocolleerd met relevante gegevens over de afdelingen en het weerstation. Bovendien is het mogelijk om het verloop van maximaal 256 waarden over de afgelopen 96 uur op het display grafisch weer te geven.

(Siemens persbericht)

Oplossingen examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In het nummer van december 1977, blz. 377 verschenen enkele opgaven van de VEV-examens voor

VT en MT

De hierna gegeven oplossingen zijn — waar nodig — van een nadere toelichting voorzien.

VT 31. B is goed

VT 32. B is goed

VT 33. D is goed

Toelichting:

verven verbergt namelijk gebreken (scheuren, barsten).

VT 34. B is goed

MT 30. B is goed

Toelichting:

de schakeling is een voorbeeld van de brug van Wheatstone.

De onderste tak verhoudt zich als 1 : 3. Dan geldt:

$600 \times 1 = R \times 3$ (geldt ook voor de bovenste tak).

$$R = \frac{600}{3} = 200 \text{ ohm.}$$

MT 31. C is goed

Toelichting:

+ 60 volt is 30 volt meer positief dan + 30 volt; d_2 is dus door 30 volt geblokkeerd. Daarom is alleen C goed.
