
Octroiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7920086**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Digitale codeerinrichting voor de overdracht van facsimilesignalen.**

⑤1 Int.Cl³: H04N1/41.

⑦1 Aanvrager: Western Electric Company, Incorporated te New York.

⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 7920086.

⑧6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag: PCT/US79/00693.

②2 Ingediend 6 september 1979.

③2 Voorrang vanaf 19 september 1978.

③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 943734 .

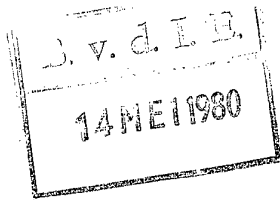
⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 31 juli 1980.

⑧7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag: 3 april 1980.

⑧7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag: WO80/00645.

Deze octrooiaanvraag werd ingediend als internationale octrooiaanvraag onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s) en tekening(en). De Nederlandse octrooiaanvraag wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvraag.



7920086

VO 0341

Titel : Digitale codeerinrichting voor de overdracht van facsimile-
signalen.

De uitvinding heeft betrekking op facsimile-overdrachtstelsels, en meer in het bijzonder op voorzieningen voor het efficiënt coderen van continu-toon informatie, afgeleid van originele beeldinformatie, en wel zodanig, dat een aanvaardbare reproductie van het origineel beeld
5 kan worden gereconstrueerd.

Voor facsimile-overdracht zijn kostbare technieken benodigd. Elk beeld omvat een bijzonder grote hoeveelheid beeldinformatie. Bij conventionele facsimile-overdrachtstelsels is daarvoor typerend, dat beelden worden onderverdeeld in een matrixconfiguratie van beeldelementen (beltn) van een zodanig kleine afmeting, dat wanneer elk beeld-
10 element wordt afgetast, als hebbende slechts één lichtintensiteitswaarde, een aanvaardbare kopie ontstaat. Een aanzienlijke hoeveelheid beeldinformatie gaat verloren; de eigenschappen van menselijke perceptie zijn zodanig, dat desondanks een aanvaardbare kopie kan worden ge-
15 produceerd. Zelfs met een aldus gereduceerde hoeveelheid beeldinformatie, is in het verleden facsimile economisch gezien nog niet goed uitvoerbaar geweest wegens de voor de overdracht en apparatuur benodigde kosten, alsook wegens de relatief lange tijdsintervallen die voor de overdracht zijn vereist. Een betere beeldkwaliteit wordt in de regel ver-
20 kregen wanneer meer informatie wordt overgedragen. Wanneer echter meer informatie wordt overgedragen is meer overdraagtijd vereist.

Teneinde de hoeveelheid beeldinformatie, die moet worden overgedragen verder te reduceren, terwijl desondanks visueel aanvaardbare kopieën worden verkregen, zijn talrijke compressietechnieken voorgesteld
25 die in samenhang met de technieken voor het aftasten van een beeld, dat is gevat in een matrixconfiguratie van beeldelementen, worden gebruikt. Bij sommige van dergelijke technieken is de beeldinformatie ontleed on zuiver witte of zwarte beeldelementen. Zulks heeft een transmissiesnelheid van één bit per beeldelement.

Voor twee-toonbeelden, d.w.z. zwart materiaal dat is geschreven op een wit vel papier, zijn compressietechnieken ontwikkeld, waarbij een transmissiesnelheid is vereist, die aanzienlijk lager is dan één bit per beeldelement. Zulks houdt verband met het relatief grote percentage van witte achtergrondinformatie, de tamelijk regelmatige groe-
35 pering van zwarte beeldelementen, alsook de omstandigheid, dat slechts

7920086

twee kleurtonen significant zijn.

Bij de reproductie van continu-toon of grijswaarde-schaalbeelden, zoals een fotografisch beeld, bezitten de beeldelementen echter talrijke verschillende lichtintensiteitswaarden, waarbij een aanzienlijke hoeveelheid beeldinformatie bestaat, die noch wit, noch zwart is en enige betekenis heeft.

Twee digitale technieken voor continu-toonbeelden zijn ontwikkeld, waarbij een transmissiesnelheid van één bit per beeldelement wordt verkregen. Door toepassing van deze twee technieken is de overgedragen hoeveelheid beeldinformatie teruggebracht, terwijl het desondanks mogelijk is om een adequate en goed benaderde reproductie van het origineelbeeld te produceren. Volgens deze twee technieken worden alle beeldelementen gecodeerd in zwarte of witte signalen. De eerder genoemde voor twee-toonbeelden toegepaste compressietechnieken kunnen de bitsnelheden van deze technieken echter niet doeltreffend verlagen, en wel omdat de gevormde zwarte en witte beeldelementen in grotere mate willekeurig voorkomen.

Bij een van de bekende technieken voor het coderen van continu-toonbeelden wordt gebruik gemaakt van "dither processing", waarbij elektrische ingangssignalen worden overgedragen als zwarte of witte beeldelementen, nadat deze signalen zijn vergeleken met corresponderende positie-afhankelijke drempelwaarden, afgeleid van een langs twee coördinaten geïnstrueerde "dither" matrixconfiguratie van steekproefnamepunten, waaraan verschillende spanningswaarden, corresponderende met verschillende lichtintensiteitswaarden zijn toegewezen. De ingangssignalen, die de corresponderende drempelwaarden van deze matrix overschrijden, worden overgedragen als zwarte beeldelementen, terwijl de overige signalen worden overgedragen als witte beeldelementen, hetgeen een transmissiesnelheid van één bit per beeldelement oplevert. De enige extra reductie is verkregen door toepassing van vertaalwoordlijsten, waarbij soortgelijke groepen van beeldelementen worden benaderd en gegroepeerd teneinde codes te kunnen zenden. Hierbij ontstaan echter problemen die meebrengen, dat een aanzienlijke opslagcapaciteit van referentiedata voor vergelijkingsdoeleinden is vereist.

De andere techniek voor het coderen van grijswaardeschaal of continu-tooninformatie, zoals aangegeven in het Amerikaanse octrooi 3.294.896, steunt op de gedachte, dat in een typisch beeld de fijne

zwart en wit details, die de randen of grenzen vormen, van groter belang zijn dan het grijs van de meer geschaduwde gebieden. De grijsinformatie kan derhalve worden overgedragen met een graad van nauwkeurigheid ten aanzien van positie en grootte, die aanzienlijk minder is dan die welke is vereist voor details.

Bij de voorstellen volgens bovenvermeld Amerikaans octrooi-schrift worden de elektrische ingangssignalen van een beeld vergeleken met verschillende wit- en zwart-drempelwaarden, waarbij een zeker gebied tussen deze twee drempelwaarden bestaat. Signalen die binnen dit gebied vallen en die grijze gebieden van het beeld vertegenwoordigen, worden vergeleken met een drempelwaarde, die binnen het gebied op basis van periodiciteit varieert, waarbij de grijs-gebiedsignalen aldus worden overgedragen als een reeks van zwarte en witte beeldelementen. Alle beeldinformatie wordt aldus overgedragen met een snelheid van een enkele bit (zwart of wit) per beeldelement.

Een bandbreedtecompressie voor continu-toonbeelden, die groter is dan welke door toepassing van bovenomschreven technieken mogelijk is, is gewenst, indien continu-toonbeelden op economische wijze over conventionele telefoonlijnen op grote schaal moeten kunnen worden overgedragen voor opslag of beeldreproductie.

De elektrische ingangssignalen die representatief zijn voor de verschillende lichtintensiteitswaarden, uitgedrukt in spanning van de steekproefgedeelten of beeldelementen van het beeld dat wordt gereproduceerd, worden digitaal gecodeerd in afzonderlijke hoge-resolutie (afzonderlijke beeldelementen)zwartdetails en lage-resolutie (blokken van beeldelementen) grijswaarde-schaalinformatie binnen afzonderlijke voor details en grijswaarde-schaal bedoelde netwerken. In het detailnetwerk worden elektrische ingangssignalen vergeleken met een vooraf bepaalde drempelwaarde, teneinde een binair signaal voor zwarte en witte beeldelementen teweeg te brengen. Dit binaire signaal, zoals afkomstig van de van het detailnetwerk deel uitmakende comparator wordt vervolgens voor uitzending gecompriemd door toepassing van enig conventioneel en doeltreffend compressieschema, dat beschikbaar is voor twee-toon-grafische beelden.

In het grijswaarde-schaalnetwerk worden de beeldelementen van een oorspronkelijk beeldgebied voor coderingsdoeleinden arbitrair onderverdeeld in twee-dimensionale blokken van bijvoorbeeld 8 x 8 beeld-

elementen. De elektrische ingangssignalen, corresponderende met de beeldelementen van een willekeurig blok worden vergeleken met positieafhankelijke drempelwaarden teneinde een grijswaarde-schaal binair signaal teweeg te brengen. Binnen elk blok wordt het aantal beeldelementen in de elektrische ingangssignalen, waarvan blijkt, dat dit groter is dan een positieafhankelijke drempelwaarden, geteld, ter bepaling van de grijsheid van het desbetreffende onderverdeelde blok van beeldelementen, waarbij de telwaarde "N" een benadering geeft van de gemiddelde grijswaarde of intensiteit van het desbetreffende blok, Aangezien bij dit voorbeeld in elk onderverdeeld blok slechts vier beeldelementen aanwezig zijn, kan de telling een waarde aannemen vanaf 0 t/m 64, zodat voor het blok 65 mogelijke geschatte grijswaarden bestaan.

Ter verdere beperking van de bandbreedte wordt de telwaarde "N" bijvoorbeeld onderverdeeld in acht grijswaarden, hetgeen naar wordt aangenomen, in visueel opzicht aanvaardbaar is. De grijswaarde van elk blok van beeldelementen kan dan worden voorgesteld door drie bits. Bij de illustratieve uitvoeringsvorm resulteert de drie-bit binaire code in een transmissiebitsnelheid van 3/64 ofwel bij benadering 0,05 bit per beeldelement voor de gecodeerde grijswaarde-schaal informatie. De totale transmissiebitsnelheid is echter de som van de bitsnelheid, geldend voor de gecodeerde grijswaarde-schaalinformatie en die van de gecomprimeerde detailinformatie (0,05 bit per beeldelement geldt voor de gecomprimeerde detailinformatie bij een bekend schema).

Volgens een verder aspect van de onderhavige uitvinding wordt een groter contrast veroorzaakt tussen de grijswaarde-schaal en de detailinformatie ter verdere accentuering van de rand- en begrenzingsinformatie in een document. Zulks wordt daardoor bereikt, dat telkens wanneer in een bepaald blok van beeldelementen zwart-detailsignalen worden aangetroffen, een lichtere achtergrond van grijswaarde-schaalinformatie produceert. Bij de geïllustreerde apparatuur worden de gegenereerde zwarte beeldelementen in het binaire detailsignaal afgetrokken van de corresponderende zwartelementen in het binaire grijswaarde-schaalsignaal, zodat de zwarte beeldelementen in het binaire grijswaarde-schaalsignaal, die corresponderen met de zwarte beelddetailelementen, witte beeldelementen worden. Hierdoor wordt het aantal beeldelementen, waarvan een kenmerk groter is dan de als referentie dienende positie-

afhankelijke drempelwaarden in het grijswaarde-schaalnetwerkgewijzigd, waardoor een lichtere grijswaarde-schaalachtergrond teweeg wordt gebracht voor het beeldgebied, zoals gegeven door een bepaald blok van beeldelementen. Bij deze aftrekking van zwarte detailelementen is ver-
 5 ondersteld, dat "drukwerk", dat binaire detailinformatie inhoudt, veel-
 eer een witte achtergrond dan een grijze achtergrond heeft. Indien een
 bepaald blok in het origineelbeeld derhalve uitsluitend zwart drukwerk
 tegen een witte achtergrond bevat, zal de telling, zoals afgeleid van
 het voor het desbetreffende blok geldende gewijzigde binaire grijs-
 10 waarde-schaalsignaal aangeven, dat het een volledig wit blok betreft.

De uitvinding zal on het onderstaande nader worden toegelicht met verwijzing naar de tekening. In de tekening is :

fig. 1 een schema van een voor de uitvinding illustratieve uit-
 voeringsvorm van een digitale codeerinrichting;

15 fig. 2 een schema ter illustratie van een matrixconfiguratie van
 beeldelementen van een origineel continu-toonbeeldgebied, waarvan steek-
 proeven moeten worden genomen, de groepering van de beeldelementen in
 twee-dimensionale blokken ten behoeve van grijswaarde-schaalcodering,
 en een tijddiagram van de pulsen zoals gebruikt bij het nemen van steek-
 20 proeven van de lichtintensiteit van kleine gedeelten van het beeld die
 corresponderen met de beeldelementen;

fig. 3 een schema ter illustratie van een geordende "dither"
 matrix, waarbij voor elk steekproefnamepunt de drempelwaarden zijn aan-
 gegeven;

25 fig. 4 een schema ter illustratie van een steekproef van het
 binaire schaalwaarde-schaalsignaal, corresponderende gesynchroniseerde
 steekproef van het binaire detailsignaal, en het resulterende gewijzig-
 de binaire grijswaarde-schaalsignaal;

30 fig. 5 een nader gedetailleerd schema van een grijswaarde-
 schaalcodeerketen;

fig. 6 een tabel van grijswaarde-codes voor de telwaarden van
 zwarte beeldelementen;

35 fig. 7 een blokschema van een ontvangnetwerk voor het reconstru-
 eren ten behoeve van twee-waardige weergave van de gecodeerde detail-
 informatie en de grijswaarde-schaalinformatie;

fig. 8 een schema van een grijswaarde-decodeerinrichting die
 kan worden gebruikt aan de ontvangzijde om voor elk beeldelement een

grijsniveau-waarde te reconstrueren;

fig. 9 een schema als referentie voor de blokken en kolommen van beeldelementen en ter illustratie van de in fig. 8 weergegeven grijsniveau-decodeerinrichting, alsook een referentie voor de beeldelementen te behandelen in samenhang met de in fig. 10 weergegeven grijsniveau-decodeerinrichting; en

fig. 10 een blokschema van een andere uitvoeringsvorm van een grijsniveau-decodeerinrichting.

In fig. 1 is weergegeven een schema van een illustratieve uitvoeringsvorm 10 van een digitale codeerinrichting volgens de uitvinding en dienende om continu-toon facsimile-informatie efficiënt te coderen. Deze codeerinrichting 10 omvat een facsimile-aftaster 12, die onder het bestuur staat van een logische keten 14 en een kloksignaalbron 16, een codeernetwerk 20 voor hoge-resolutiedetailinformatie, codeernetwerk 30 voor lage-resolutie grijswaarde-schaalinformatie, en een multiplexer 18, die de gecodeerde detailinformatie en grijswaarde-schaalinformatie combineert ten behoeve van opslag of overdracht.

De aftaster 12 is een conventionele aftaster die een continu-toobbeeld lijn-voor-lijn en rastergewijs aftast, zodat steekproeven in de vorm van elektrische analoge ingangssignalen worden verkregen die representatief zijn voor de lichtintensiteitswaarden van de zich langs een aftastlijn bevindende beeldelementen. Zoals is geïllustreerd in fig. 2 wordt een beeldgebied 100 van een origineel beeld beschouwd als een matrixconfiguratie van afzonderlijke beeldelementen 102. De aftaster 12 werkt van links naar rechts gaande en te beginnen bij het eerste beeldelement, dat zich op de eerste van de aftastlijnen 103 bevindt. Nadat het laatste beeldelement van de eerste lijn 103 is afgetast, begint de aftaster bij de volgende lijn 103 teneinde de zich daarin bevindende beeldelementen, weer van links naar rechts gaande, af te tasten, waarbij dit proces wordt voortgezet totdat het volledige beeldgebied 100 is afgetast.

De logische besturingsketen 14 geeft telkens een puls af aan de aftaster 12 wanneer van een beeldelement een steekproef moet worden genomen, met andere woorden met tijdsintervallen, zoals gegeven door de tijd die de aftaster 12 nodig heeft om voor het nemen van een steekproef van het volgende beeldelement te verplaatsen, waarbij rekening wordt gehouden met de in de aftaster ondervonden vertraging die bij de

overgang van een ene lijn naar een volgende lijn wordt geïntroduceerd. Zoals geïllustreerd door het tijddiagram 106 correspondeert elke puls 107 in tijd met elk van de beeldelementen 102 in de positie zoals gegeven door het beeldgebied 100. Bij het illustratieve voorbeeld worden
 5 bij het aftasten van elke lijn, zoals aangegeven door 101, van 1600 beeldelementen steekproeven genomen op een schaal van 200 beeldelementen per 2,54 mm en 200 aftastlijnen per 2,54 mm. De logische bestuursketen 14 is bepalend voor de gehele bewerking, waarbij de elektrische analoge ingangssignalen worden gegenereerd, alsook de overige
 10 codeeroperaties via geëigende stuursignalen worden gesynchroniseerd. Een dergelijke aftastoperatie behoort tot de algemeen bekende technieken op het gebied van beeldverwerking en wordt niet verder behandeld.

Er zij opgemerkt, dat bij de geïllustreerde uitvoeringsvorm de tewegg gebrachte elektrische analoge ingangssignalen amplituden kunnen
 15 hebben in een gebied vanaf 0 V voor wit, ofwel maximale lichtintensiteit, tot een maximum spanning voor zwart ofwel minimum lichtintensiteit.

Fig. 2 is illustratief voor een arbitraire onderverdeling van de beeldelementen in blokken, zoals 104 van 8 x 8 beeldelementen. Beeldelementen worden op deze wijze onderverdeeld ter vorming van beeldgebieden met lage resolutie en waaruit in het grijswaarde-schaalcodeernetwerk 30 grijswaarde-codes worden afgeleid. Elk gegenereerd grijswaarde-code is representatief voor de grijswaarde van het gehele beeldgebied, zoals gevormd door een desbetreffend blok 104 beeldelementen
 20 102. De blokken 104 zijn volgens rijen 111 gerangschikt, waarbij in elke rij 200 blokken aanwezig zijn. Elke rij 111 van blokken omvat acht aftastlijnen 103 van beeldelementen. In elke rij 111 hebben de blokken 104 de adressen 0 t/m 199 en deze blokken worden, gaande van links naar rechts en sequentieel zoals aangegeven door de lijn 105, verwerkt, in
 25 het codeernetwerk 30. De van de blokken afgeleide en gecodeerde grijswaarde-schaalinformatie wordt ook in deze volgorde overgedragen en gedecodeerd. Het zal duidelijk zijn, dat voor de codering van achtergrond dienende grijswaarde-schaalinformatie ook andere maten van de blokken van 8 x 8 beeldelementen kunnen worden gebruikt.

35 Het in fig. 1 weergegeven voor detailinformatie bedoelde codeernetwerk 20 bevat een conventionele rand-piekwaardeketen 22, een comparator 24, een bron 25 voor het afgeven van een vast gelijkstroomniveau

en een codeernetwerk 26 voor detailinformatie. Het grijswaarde-schaalcodeernetwerk 30 omvat een comparator 31, een "dither" generator 32, een aftrekketen 36 en een grijswaarde-codeernetwerk 38.

5 De elektrische ingangssignalen worden tijdens de werking van deze inrichting ten behoeve van de codering gelijktijdig naar de beide codeernetwerken 20 en 30 overgedragen.

In het voor detailinformatie werkzame codeernetwerk 20 worden de elektrische ingangssignalen, wanneer deze via de rand-piekwaardeketen 22 worden geleid, gewijzigd, ter accentuering van de contouren en randen in het originele beeld. De elektrisch analoge signalen die representatief zijn voor de randen en contouren van elementen van het originele beeld (zoals signalen, waarbij betrekkelijk abrupte veranderingen in het niveau van het analoge signaal optreden, worden arbitrair in waarde verhoogd, zodat hun detectie en codering als zwarte beeldelementen is

15 zekergestellt. De aldus gewijzigde signalen worden vervolgens in de comparator 24 vergeleken met een vaste positie-onafhankelijke drempelwaarde, zoals gegeven door een bron 25, teneinde zwarte detailinformatie te extraheren en aldus een binair detailsignaal 109 te genereren. De in de elektrische ingangssignalen aanwezige beeldelementen, die boven de

20 vaste drempelwaarde uitkomen, worden gegenereerd als zwarte beeldelementen, terwijl de resterende beeldelementen worden gegenereerd als witte beeldelementen. De reeks van zwarte en witte beeldelementen in het binaire detailsignaal worden vervolgens gecomprimeerd onder toepassing van een willekeurig conventioneel codeerschema, dat beschikbaar

25 is voor twee-toonbeelden, en met behulp van het voor de detailinformatie bedoelde codeernetwerk 26. Voor de illustratieve uitvoeringsvorm wordt met voordeel gebruik gemaakt van een twee-dimensionaal codeerschema, zoals beschreven in een artikel van A. J. Frank, getiteld "High Fidelity Encoding of Two-Level, High-Resolution Images", IEEE-

30 International Conference on Communication, 11 juni, 1973, en in het Amerikaanse octrooi 4.103.287. Wanneer zulk een schema wordt gebruikt voor het coderen van de binaire detailsignalen ontstaat een detailcode met een transmissiebitsnelheid van bij benadering 0,05 bit per beeldelement.

35 Op dezelfde tijd worden de elektrische ingangssignalen aangelegd aan de comparator 31 die deel uitmaakt van het codeernetwerk 30. De comparator 31 vergelijkt de elektrische ingangssignalen met positie-

afhankelijke "dinker" als referentie dienende drempelwaarden, afkomstig van de "dinker" generator 32 teneinde een binair grijswaarde-schaalsignaal 108 te genereren. De in het ingangssignaal aanwezige beeldelementen die groter zijn dan de daaraan toegewezen, als referentie

5 dienende drempelwaarden worden zwart en de beeldelementen die kleiner of gelijk zijn dan de daaraan toegewezen drempelwaarden worden wit in het binaire grijswaarde-schaalsignaal. De generator 32 omvat een uitsluitend afleesbaar geheugen 33, waarbij de voorafbepaalde positieafhankelijke als referentie dienende drempelwaarden in digitale vorm,

10 daarin zijn opgeslagen onder toepassing van een geordende "dinker" matrixconfiguratie en een digitaal-analoog omzetter 34. Het geheugen 33 is onder het bestuur van de logische keten 14 werkzaam om te bewerkstelligen, dat telkens op de passende tijd vergelijking plaats vindt met de voorafbepaalde positieafhankelijke drempelwaarde, die aan elk

15 beeldelement 102 is toegewezen. Deze "dinker" drempelwaarden worden voorafgaande aan de vergelijking in de comparator 31 omgezet in de analoge vorm, aangezien de ingangssignalen analoog zijn. Het zal duidelijk zijn, dat in plaats van analoog de ingangssignaal ook digitaal kunnen zijn, zodat dan de noodzaak voor een dergelijke digitaal-analoog omzetter niet aanwezig is.

20

Zoals eerder werd vermeld bevat een geordende "dinker" matrix twee-dimensionele configuratie, bij het behandelde uitvoeringsvoorbeeld met een formaat van 8 x 8, van steekproefnamepunten met verschillende drempelwaarden in spanningsamplitude. Elk steekproefnamepunt in deze

25 matrixconfiguratie is toegewezen aan een specifiek beeldelement 102 en elk van de onderverdeelde blokken 104 in het beeldgebied 100 van het origineel beeld. Typisch is, dat de gemiddelde drempelwaarde voor de steekproefnamepunten in de matrixconfiguratie zich bevindt halfweg tussen de spanningsamplitudewaarden, representatief voor zwart en wit.

30 Het biedt voordeel om eenzelfde dinker matrix te gebruiken voor elk blok 104.

Een geordende "dinker" matrix die kan worden gebruikt is weergegeven in fig. 3. De drempelwaarden die representatief zijn voor helderheidswaarden in een gebied met amplitudewaarden van 0 t/m 63, zijn

35 weergegeven in de daaraan toegewezen steekproefnamepunten en kunnen worden opgevat als te zijn uitgespreid in een blok 104 van beeldelementen 102. Normaliter wordt gebruik gemaakt van "dinkered" referen-

tiedrempelwaarden ter verkrijging van een subjectief aangenaam onder-
vonden impressie van een totaalbeeld bij de weergave, waarbij deze
drempelwaarden echter bij de geïllustreerde codeerinrichting 10 worden
gebruikt om een benadering te geven van de graad van grijsheid. Wan-
5 neer gebruik wordt gemaakt van een dergelijke geordende "dinther" matrix
van drempelwaarden wordt vooralsnog de afzonderlijke beeldelementreso-
lutie bewaard. Zulks is zoals nog nader zal worden beschreven gewenst
in verband met de aftrekwerking van het binaire detailsignaal. Andere
matrixconfiguraties met variabele positie-afhankelijke drempelwaarden
10 kunnen worden toegepast.

Bij de geïllustreerde codeerinrichting 10 wordt voorafgaande
aan de codeerwerking het binaire grijswaarde-schaalsignaal 108, zoals
teweeg gebracht door de comparator 31 gewijzigd. Het door de comparator
24 tweeweg gebrachte binaire detailsignaal 109 en het binaire grijs-
15 waarde-schaalsignaal 108 worden aangelegd aan de aftrekketen 36. De in
het binaire detailsignaal 109 aanwezige zwarte beeldelementen worden
afgetrokken van de corresponderende beeldelementen in het binaire grijs-
waarde-schaalsignaal 108, zodat zwarte beeldelementen in het binaire
grijswaarde-schaalsignaal 108, die corresponderen met zwarte detail-
20 elementen, witte beeldelementen worden. Met andere woorden, telkens
wanneer in een bepaald blok, zwarte detailinformatie aanwezig is, wordt
door de aanwezigheid daarvan het aantal beeldelementen die anders gro-
ter zouden zijn dan de "dinthered" referentiedrempelwaarden, verminderd,
zodat voor het beeldgebied als gegeven door het desbetreffende blok
25 104 van beeldelementen een lichtere grijswaarde-schaalachtergrond wordt
verkregen.

Fig. 4 toont een schema, illustratief voor een steekproef van
het binaire grijswaarde-schaalsignaal 108 en de wijze waarop het signaal
door het corresponderende gesynchroniseerde binaire detailsignaal 109
30 wordt gewijzigd ter verkrijging van een resulterend gewijzigd binair
grijswaarde-schaalsignaal 110. Een zwart beeldelement is aangeduid door
door 1 en een wit beeldelement is aangeduid door 0 in deze in fig. 4
aangegeven signalen. Indien in het binaire detailsignaal 109 en in het
grijswaarde-schaalsignaal 108 een zwart beeldelement aanwezig is, is
35 het corresponderende beeldelement in het gewijzigde binaire grijswaar-
de-schaalsignaal 110 wit. Een lijn 103 van beeldelementen 102 en een
lijn 106 met pulsen zijn weergegeven voor het maken van een vergelij-

king met de steekproefnamesignalen. Het gewijzigde binaire grijswaarde-schaalsignaal 110 dat is gegeven als een reeks van zwarte en witte beeldelementen, wordt vervolgens overgedragen naar de grijswaarde-codeerketen 38, die nader gedetailleerd is weergegeven in fig. 5. Deze

5 grijswaarde-codeerketen 38 bevat een EN-poort 40, een 6-bit binaire teller 42, een 200 x 6 bit geheugen 44 met vrije toegankelijkheid, een multiplexer 46, een 64 x 3 bit uitsluitend afleesbaar geheugen 48 en een 200 x 3 bit geheugen 50 met vrije toegankelijkheid.

Tijdens de werking van het geheel worden het gewijzigde binaire grijswaarde-schaalsignaal 110 een bijpassend voor steekproefname dienend signaal, opgeteld in de EN-poort 40, teneinde voor elk zwart beeld-

10 element een stappuls toe te voeren aan de teller 42. De beeldelementen 102 worden door de aftaster 12 bemonsterd en wel op basis van een regel-voor-regel en blok-voor-blok. Tijdens het doorlopen van elke af-

15 tastlijn 103 worden derhalve acht beeldelementen van een blok 104 geteld alvorens de beeldelementen van het volgende blok 104 worden ingevoerd in de teller 42. De codeerketen 38 telt de blokken 104 op basis van een rij-voor-rij.

Nadat in de teller 42 het aantal zwarte beeldelementen de des-

20 betreffende lijn 103 van acht beeldelementen voor een bepaald blok 104, is geaccumuleerd, wordt het geheugen 44 door een besturingssignaal, afkomstig van de logische keten 14 vrijgegeven, zodat de geaccumuleerde telwaarde kan worden opgeslagen in het geheugenadres, dat voor het desbetreffende blok 104 is aangewezen. Blokken 104 worden geadresseerd

25 volgens de in fig. 2 weergegeven lijn 105. Het geheugen 44 met vrije toegankelijkheid wordt vanzelfsprekend bestuurd door een passend gekozen adresgenerator van conventionele uitvoering, teneinde er zeker van te zijn, dat de geaccumuleerde telwaarde op de passende tijd en op het passend adres wordt opgeslagen.

30 Wanneer de volledige eerste aftastlijn 103 van beeldelementen 102 is geteld, wordt een voor deze eerste lijn geldende telwaarde opgeslagen voor elk van de 200 blokken in de eerste rij. Vervolgens wordt het gewijzigde binaire grijswaarde-schaalsignaal 110 voor de tweede lijn 103 via poorten in de teller 42 ingevoerd. Alvorens een eerste

35 beeldelement in de tweede lijn van het desbetreffende blok 104 wordt geteld, wordt de telwaarde, zoals afgeleid van de voorafgaande lijn voor het desbetreffende blok 104 via de multiplexer 46 ingevoerd in de

teller 42. Nadat de beeldelementen van de tweede lijn van het desbetreffend blok 104 zijn opgeteld, wordt de nieuwe geaccumuleerde telwaarde in het passende adres van het geheugen 44 opgeslagen. De teller 42 gaat in samenwerking met het geheugen 44 en de multiplexer 46 voort om de telwaarde voor elk blok 104 van beeldelementen 102 lijn-voor-lijn te tellen totdat de totale telling van zwarte beeldelementen in elk blok 104 in een rij is bereikt en tijdelijk is opgeslagen in het geheugen 44.

Gedurende het tellen van de eerste lijn van de volgende rij van blokken en meer in het bijzonder wanneer de eerste lijn in een blok van beeldelementen wordt geteld, wordt de geaccumuleerde telwaarde van het bij de voorafgaande rij behorende blok, waarvan het adres hetzelfde is als die van het desbetreffende blok, als uitgangssignaal overgedragen via de lijn 45 en doorgegeven aan het uitsluitend afleesbare geheugen 48, dat gereed is gemaakt om de telwaarde te ontvangen. Nadat de laatste rij van blokken is geteld zijn besturingssignalen, afkomstig van de logische keten 14, werkzaam om de codeerketen 38 een verdere aftastlijn 103 te laten doorlopen teneinde de geaccumuleerde totale telwaarde van de laatste rij 111 van de blokken over te dragen naar het uitsluitend afleesbare geheugen 48.

Zoals eerder vermeld bestaan er 65 grijsniveaus, aangezien een willekeurige van de 64 beeldelementen in elk blok wit of zwart kan zijn. Er bestaan echter slechts telwaarden van 0 t/m 63, aangezien één "dinker" referentiedrempelwaarde, d.i. 63, gelijk is aan de vaste drempelwaarde die wordt gebruikt in het codeernetwerk 30 voor detailinformatie. Indien dat desbetreffend beeldelement derhalve zwart is in het binaire grijswaarde-schaalsignaal wordt dit wit wanneer dit via de aftrekken 36 wordt verwerkt. Indien geen zwarte beeldelementen aanwezig zijn is de telwaarde nul.

De totaal telwaarden van zwarte beeldelementen vormen een uitgangssignaal op de leiding 45, die elk op een passende tijd een bepaald adresgeheugen in het uitsluitend afleesbaar geheugen 48 adresseren teneinde het desbetreffende drie-bits bevattende grijsniveau-code, dat is toegewezen aan de desbetreffende telwaarde van zwarte beeldelementen, te genereren. Deze toewijzing is geïllustreerd in de tabel volgens fig. 6. Indien een bepaald blok 0 - 7 beeldelementen heeft, wordt een code 1 uitgezonden enz. Slechts codes voor acht niveaus zijn toegewezen aangezien dit toereikend is voor achtergrondgrijs.

Het drie-bits bevyattende grijsniveau-code resulteert bij de behandelde uitvoeringsvorm in een code- of transmissiebitsnelheid van $3/64$ of ongeveer 0,05 bit per beeldelement voor de grijswaarde-schaalinformatie met lage resolutie. De detailinformatie en de grijswaarde-schaalinformatie worden afzonderlijk gecodeerd, waarbij als resultaat
 5 een compressie wordt bereikt van ongeveer 0,1 bit per beeldelement.

Nadat het geheugen 48 voor elke totaalstelling voor een blok een uit drie bits bestaande grijsniveau-code heeft gegenereerd, wordt deze code in een passend geheugenadres opgeslagen in het geheugen 50 met vrije
 10 toegankelijkheid, dat door de logische keten 14 op de passende tijd is vrijgegeven. Het geheugen 50 genereert de daarin opgeslagen codes in een voor transmissie geschikte sequentiële vorm wanneer deze worden opgeroepen door de logische keten 14.

De multiplexer 46 staat onder het bestuur van signalen, afkomstig van deze logische keten 14 teneinde, voordat elke eerste lijn in elk blok 10^4 wordt geteld, nullen in te voeren als begintelwaarden. Op alle overige tijden is de multiplexer 46 werkzaam om de geaccumuleerde telwaarde, behorende bij een voorafgaande lijn van het desbetreffende blok 10^4 in de teller 42 in te voeren.

De gecodeerde detailinformatie en grijswaarde-schaalinformatie kan rechtstreeks via afzonderlijke kanalen worden uitgezonden naar een geheugen of naar een ontvanger, ofwel door multiplexer 18 worden gemultiplexd. Bij de illustratieve uitvoeringsvorm wordt de gecodeerde informatie uitgezonden op basis van rij-voor-rij. Voor elke rij 111
 25 wordt de gecodeerde detailinformatie voor de corresponderende acht tastlijnen 103 van beeldelementen uitgezonden via de multiplexer 18, waarna de gecodeerde grijswaarde-schaalinformatie, afkomstig van het vrij toegankelijke geheugen 50, voor de rij 111 van de blokken 10^4 wordt uitgezonden. Het zal duidelijk zijn, dat de grijsniveau-codes
 30 eerst uitgezonden kunnen worden.

Teneinde aan de ontvangzijde van een facsimiletransmissiesysteem met origineel beeld te reconstrueren, worden voor elk beeldelement de detail- en grijswaarde-schaal-codes gereconstrueerd met behulp van een van het ontvangnetwerk 60 deel uitmakende inrichting die in blok-schemavorm in fig. 7 is weergegeven. Na de reconstructie wordt in de
 35 illustratieve uitvoeringsvorm de gereconstrueerde detail- en grijsniveau-waarde, zoals toegewezen aan elk beeldelement, gesuperponeerd

ter reconstructie van de elektrische waarde van elk desbetreffend beeld-
element, een en ander voor reproductiedoeleinden.

Het illustratieve ontvangnetwerk 60 omvat een ontvang- en schei-
dingsketen 61 voor het ontvangen van de gecodeerde informatie en andere
5 conventionele synchroniseersignalen, welke keten werkzaam is om de ge-
codeerde informatie over te dragen naar afzonderlijke netwerken voor
het decoderen van respectievelijk detailinformatie en grijswaarde-schaal-
informatie. Het voor de detailinformatie bedoelde decodeernetwerk be-
vat een detaildecodeerinrichting 62 en een vertragingsketen 63. De ge-
10 codeerde detailinformatie wordt gedecodeerd in een conventionele de-
taildecodeerinrichting 62, die correspondeert met de gekozen detailco-
deerinrichting 26. De gereconstrueerde stroom van detailinformatie van
zwarte en witte beeldelementen wordt geleid door de vertragingsketen
63 teneinde synchronisme te bereiken met de gereconstrueerde stroom
15 van grijswaarde-schaalinformatie van beeldelementen, waarbij deze stro-
men worden gecombineerd via de OF-poort 64.

Het grijsniveau-decodeernetwerk omvat een grijsniveau-decodeer-
inrichting 68, een digitale comparator 65 en een dither drempelgene-
rator 65.

20 Bij de geïllustreerde codeerinrichting 10 is aan elk blok 10⁴
van beeldelementen een grijsniveau-code toegewezen. Indien de beeld-
elementen echter rechtstreeks vanuit de code worden gereconstrueerd,
kunnen abrupte veranderingen in tonale of grijsniveaus tussen blokken
10⁴ van beeldelementen voorkomen. Volgens een verder aspect van de
25 onderhavige uitvinding wordt derhalve elk blok 10⁴ van beeldelementen
zowel in horizontale als in verticale richting vergeleken met tenminste
enige van de naburige blokken, ter vermijding van het effect van recht-
hoekpatronen en wel doordat een geleidelijke verandering in grijsniveau
wordt veroorzaakt voor de beeldelementen in elk blok en gaande van
30 blok naar blok. Het zal duidelijk zijn, dat het ook mogelijk is veran-
deringen slechts in horizontale of in verticale richting aan te brengen.

In fig. 8 is een schema weergegeven van een grijsniveau-deco-
deerinrichting 68 die is ingericht om voor elk beeldelement een gere-
construeerde grijsniveau-waarde te genereren. De in fig. 8 weergegeven
35 decodeerinrichting 68 omvat een horizontaal filter 70, twee 1600 x 6
bit vrij toegankelijke geheugens 77 en 78, een multiplexer 79, en een
vertikaal filter 80. Het horizontale filter 70 omvat een digitale af-

trekketen 73, een vertragingsketen 71, een incrementele vermenigvuldiger 74, een digitale opteller 75 en grendelgeheugens 72 en 76. Het vertikale filter 80 omvat een aftrekketen 82, een incrementele vermenigvuldiger 83, een digitale opteller 84 en de grendelgeheugens 85 en 81.

5 Zoals eerder vermeld, worden bij de illustratieve uitvoeringsvorm de grijsniveau-codes voor de blokken 104 uitgezonden op basis van rij-voor-rij, beginnende met het blok dat zich het meest links bevindt in elke rij 111 en verder in sequentiële volgorde. Fig. 9 toont een af-
10 beelding van de blokken 104 in de rijen 111. Uit fig. 9 blijkt, dat elk blok acht kolommen van acht beeldelementen en acht aftastlijnen met acht beeldelementen omvat. Wanneer in een rij 200 blokken 104 voor-
komen, bevinden zich in elke rij 111 1600 corresponderende kolommen van beeldelementen. Elke kolom in een rij 111 bevindt zich op één lijn
15 met een corresponderende kolom in de volgende rij 111, zoals is weergegeven door de gearceerde kolommen 119 en 116.

Tijdens de werking van het geheel vergelijkt het horizontale filter 70 de grijsniveau-code van elk desbetreffend blok in een desbetreffende rij 111 met de grijsniveau-code van het voorafgaande blok
20 in dezelfde rij, teneinde voor elke kolom in het desbetreffende blok een in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde te verkrijgen. De vertikale filter 80 is vervolgens werkzaam om de in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde voor elke kolom de desbetreffende rij te vergelijken met een waarde van de cor-
25 responderende kolom daarboven (reeds afgeleid van de grijsniveau-codes van de voorafgaande rij van blokken) teneinde in vertikale richting te interpoleren en de gereconstrueerde grijsniveau-waarde te genereren voor elk beeldelement in de desbetreffende kolom van de desbetreffende rij van blokken.

30 Ter illustratie van de feitelijke werking van de filters 70 en 80 wordt verondersteld, dat de gereconstrueerde grijsniveau-waarden worden gegenereerd voor de beeldelementen 102 in een desbetreffend blok zoals aangeduid door 112 in fig. 9. Het horizontale filter 70 ontvangt eerst de grijsniveau-code voor het desbetreffende blok 112. Deze code
35 wordt ingevoerd in de aftrekketen 73 teneinde de grijsniveau-code van het voorafgaande blok, aangeduid door 113 in dezelfde rij, af te trekken, waardoor een in digitale vorm zes bits bevattend positief of negatief

7920086

verschil in horizontale richting wordt gegenereerd. Het horizontale verschil wordt vervolgens in de vermenigvuldiger 74 achtmaal vermenigvuldigd. Voor de eerste maal wordt het horizontale verschil vermenigvuldigd met $1/8$, ter verkrijging van een eerste horizontale incrementele waarde. Deze eerste horizontale incrementele waarde wordt vervolgens opgeteld bij de grijsniveau-code van het voorafgaande blok 113 ter verkrijging van een in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde voor de eerste kolom 116 van beeldelementen in het desbetreffende blok 112, en wel de kolom die zich het meest nabij bevindt bij het voorafgaande blok 113. Deze waarde wordt op de passende tijd door het grendelgeheugen 76 vrijgegeven en opgeslagen in bijvoorbeeld het vrij toegankelijke geheugen 77 en wel in het aan de desbetreffende kolom toegewezen adres.

Teneinde voor de tweede kolom 117 van beeldelementen de in de horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde te verkrijgen, wordt het verschil vermenigvuldigd met $1/8$, zodat een nieuwe horizontale incrementele waarde wordt gegenereerd en wordt opgeteld bij de grijsniveau-code van het voorafgaande blok 113. Dit gaat voort totdat een in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde is gegenereerd voor elke kolom in het desbetreffende blok 112. De achtste kolom 118, ofwel de kolom die zich het meest aan de rechterzijde bevindt, voor het desbetreffende blok 112, is toegewezen aan de grijsniveau-code (in 6-bit vorm) van het desbetreffende blok 112.; het horizontale verschil, vermenigvuldigd met $8/8$, is de horizontale incrementele waarde voor de achtste kolom.

Het desbetreffende blok 112 wordt hierna het voorafgaande blok in de rij bij het genereren van de in de horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarden voor het volgende blok 115. Dit proces wordt voortgezet totdat in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarden zijn gegenereerd voor elke kolom in de rij, d.i. 1600 6-bits-beyattende waarden, die worden opgeslagen in het vrij toegankelijke geheugen 77. Het zal duidelijk zijn, dat indien met slechts één dimensionale filtering kan worden volstaan, de in horizontale richting gradueel verlopende waarde kan worden toegewezen aan alle acht beeldelementen in de desbetreffende kolom van beeldelementen.

Opgemerkt wordt, dat de vrij toegankelijke geheugens 77 en 78 beide via de multiplexer 79 uitkomen op het vertikale filter 80. De

5 multiplexer 79 schakelt de ingangssignalen voor het verticale filter 80 zodanig, dat de waarden van de z.g. geldende rij over de leiding 86 worden aangevoerd. Zulks omdat de vrij toegankelijke geheugens 77 en 78 afwisselende rijen 111 van de in horizontale richting gradueel ver-
 5 lopende grijsniveau-waarden hebben opgeslagen. Het zal duidelijk zijn dat het vrij toegankelijke geheugen dat is aangewezen om een bepaalde rij 111 op te slaan, slechts wordt vrijgegeven wanneer de in horizon-
 tale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarden voor de desbe-
 treffende rij van blokken worden gegenereerd.

10 Aangezien de in horizontale richting gradueel verlopende grijs-
 niveau-waarden voor de geldende rij 111 van het geldende blok 112 zijn
 opgeslagen in het vrij toegankelijke geheugen 77, zal het vrij toe-
 gankelijke geheugen 78 reeds de in horizontale richting gradueel ver-
 15 lopende grijsniveau-waarden van de voorafgaande rij 111 van de blokken
 omvatten.

Ter verkrijging van de gereconstrueerde grijsniveau-waarde
 voor elk beeldelement in het blok 112 is het verticale filter 80 werk-
 zaam om de in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-
 waarde voor elke kolom in het blok 112 te vergelijken met de waarde
 20 van de corresponderende kolom naar boven in de voorafgaande rij in
 sequentiële volgorde. Eerst wordt de in horizontale richting gradueel
 verlopende grijsniveau-waarde van een bovenliggende kolom in het blok
 114 in de voorafgaande rij afgetrokken van de in horizontale richting
 gradueel verlopende grijsniveau-waarde voor de eerste kolom, aangeduid
 25 door 116 in het geldende blok 112, ter verkrijging van een positief of
 negatief vertikaal verschil. Dit verticale verschil wordt vervolgens
 vermenigvuldigd met een veelvoud van $1/8$ in de vermenigvuldiger 83, ter
 verkrijging van een verticale incrementele waarde. De verticale incre-
 mentele waarde wordt opgeteld bij de in horizontale richting gradueel
 30 verlopende grijsniveau-waarde voor de zich boven bevindende kolom 119,
 ter verkrijging van een gereconstrueerde grijsniveau-waarde voor een
 van de beeldelementen in de geldende kolom.

Wanneer de vermenigvuldigingsfactor gelijk is aan $1/8$, wordt
 de gereconstrueerde grijsniveau-waarde van het door 120 aangeduide
 35 beeldelement, dat grenst aan de zich daar boven bevindende beeldele-
 mentkolom 119 en dat is gelegen in de eerste lijn van het geldende
 blok 112, gegenereerd. Wanneer de vermenigvuldigingsfactor gelijk is

aan 2/8, wordt de grijsniveau-waarde van het door 121 aangeduide beeld-
 element in de tweede lijn van het geldende blok 112 voor de kolom 116
 gegenereerd, enz. Vervolgens wordt de volgende kolom 117 geïnterpoleerd
 met betrekking tot de bijbehorende, zich daarboven bevindende kolom.

- 5 Dit gaat voort totdat voor elk beeldelement in het blok 112 een grijs-
 niveau-waarde is geschat. Tijdens de feitelijke werking worden de gere-
 construeerde grijsniveau-waarden van de beeldelementen in elke rij 111
 van de blokken gegenereerd op basis van lijn-voor-lijn. Teneinde de
 grijsniveau-waarden van de beeldelement in een geldende aftastlijn te
 10 genereren wordt de in horizontale richting gradueel verlopende grijs-
 niveau-waarde van elke kolom in de geldende rij, die een geldende af-
 tastlijn vormt, vergeleken met de in horizontale richting gradueel
 verlopende grijsniveau-waarde van elke corresponderende zich daarboven
 bevindende kolom in de voorafgaande rij, en in sequentiële volgorde,
 15 teneinde slechts beeldelementen in de geldende rij te genereren.

- De meest links gelegen en eerste kolommen in de twee rijen wor-
 den vergeleken ten eerste om het eerste beeldelement in de eerste gel-
 dende kolom te genereren (eerste beeldelement van de eerste lijn van
 de geldende rij van blokken). Vervolgens worden de tweede kolommen in
 20 de twee rijen vergeleken teneinde het eerste beeldelement in de tweede
 geldende kolom te genereren (ofwel het tweede beeldelement in de eerste
 lijn van de geldende rij van blokken), enz. totdat voor elk beeldele-
 ment in de eerste lijn van de geldende rij een gereconstrueerde grijs-
 niveau-waarde is gegenereerd. Vervolgens worden de kolommen van de
 25 twee rijen opnieuw sequentieel vergeleken teneinde de gereconstrueerde
 grijsniveau-waarden van de beeldelementen van de tweede lijn van de
 geldende rij van blokken te genereren. Dit wordt voortgezet tot alle
 acht lijnen van beeldelementen zijn gegenereerd.

- Voor de blokken 104 die zich bevinden langs de linker- en boven-
 30 randen van het beeldveldgebied 100, zijn geen voorafgaande blokken in
 dezelfde rij of kolommen daarboven aanwezig. De grendelgeheugens 72 en
 81, deel uitmakend respectievelijk van het horizontale filter 70
 en het vertikale filter 80 geven ingangswaarden van nullen op de pas-
 sende tijden af. Het grendelgeheugen 72 wordt gedurende de horizontale
 35 filterwerking van het eerste blok in een willekeurige rij teruggezet
 teneinde nullen in te voeren in de aftrekketen 73 en de optelketen 75,
 en wel voor calculatiedoeleinden. Op alle andere tijden geeft het

grendelgeheugen 72 de grijsniveau-codes van het voorafgaande blok in 6-bit vorm vrij, waarbij de binaire grijsniveau-code meer significante bits bevat. Het grendelgeheugen 81 wordt teruggezet om via de kabel 87 nullen in te voeren in de aftrekketen 82 en de optelketen 84 gedurende het reconstrueren van de grijsniveau-waarden voor de beeldelementen in de eerste rij van de blokken. De eerste rij van kolommen wordt derhalve vergeleken met nullen. Bij de twee randen van het beeld ontstaat een niet als bezwaarlijk ondervonden lichter gedeelte.

Zoals uit het bovenstaande blijkt is de in fig. 8 weergegeven grijsniveau-decodeerinrichting 68 werkzaam om voor elk beeldelement een gereconstrueerde grijsniveau-waarde te schatten door de grijsniveau-code van een blok 104 lineair te interpoleren met betrekking tot de grijsniveau-codes of enige daarvan afgeleide variatie, van aangrenzende naburige blokken.

Fig. 10 is een andere uitvoeringsvorm van een grijsniveau-decodeerinrichting 168 weergegeven.

De in fig. 10 weergegeven grijsniveau-decodeerinrichting 168, met andere woorden een twee-dimensionaal niet-lineair digitaal filter, omvat een eerste digitale opteller 170, een tweede digitale opteller 171, een deler 173, een 1600 x 7 bit vrij toegankelijk geheugen 175, een derde digitale opteller 178, een deler 174 en grendelgeheugens 169, 172, 176 en 177.

Voor de grijsniveau-decodeerinrichting 168 volgens fig. 10, beschouwd in samenhang met fig. 9, geldt, dat de gereconstrueerde grijsniveau-waarde van een geldend beeldelement, aangeduid door 122, wordt berekend, uitgaande van vier waarden : (a) de door A aangeduide grijsniveau-code voor het blok dat het beeldelement 122 bevat; (b) een door B aangeduide berekende waarde voor het voorafgaande beeldelement, aangeduid door 123 en dat zich bevindt op dezelfde of geldende aftastlijn; (c) door C aangeduide berekende waarde voor het door 124 aangeduide, voorafgaande beeldelement van de voorafgaande aftastlijn; en (d) een door D aangeduide berekende waarde voor het door 125 aangeduide geldende beeldelement van de voorafgaande aftastlijn.

Tijdens de werking van het geheel wordt de grijsniveau-code van het blok 115, dat het geldende beeldelement 122 bevat, en zoals berekend, gevoerd in de eerste digitale opteller 170 als de meest significante bits in een 7-bits waarde, samen met de berekende waarde B

7920086

voor het voorafgaande beeldelement 123 en welke via de leiding 180 vanaf de deler 173 via het grendelgeheugen 169 wordt aangevoerd. De resulterende digitale som (A + B) wordt overgedragen naar de tweede digitale opteller 171 om te worden opgeteld bij de digitale som van de berekende waarden (C + D) van het voorafgaande beeldelement 124 en het geldende beeldelement 125 van de voorafgaande aftastlijn, afkomstig van de derde opteller 178.

Nadat de vier waarden in de tweede opteller 171 zijn gesommeerd, wordt de resulterende som via het grendelgeheugen 172 ingevoerd in de deler 173 teneinde voor het geldende beeldelement 122 de berekende waarde (in 7-bit vorm) te genereren. De bij het beeldelement 122 behorende waarde kan nu worden teruggezonden naar de opteller 170 als de berekende grijsniveau-waarde B voor het voorafgaande beeldelement in dezelfde lijn, teneinde de waarde van het volgende beeldelement 126 in deze lijn te berekenen; deze waarde voor het beeldelement 122 wordt eveneens opgeslagen in een passend geheugenadres van het vrij toegankelijk geheugen 175 om te worden gebruikt bij het berekenen van de grijsniveau-waarden voor de beeldelementen in de volgende lijn. Aangezien de voor het geldende beeldelement 122 berekende waarde is opgeslagen in hetzelfde adres als waarin de berekende waarde voor het geldende beeldelement 125 in de voorafgaande lijn is opgeslagen, wordt het vrij toegankelijke geheugen 175 geïnstrueerd om de berekende waarde voor het beeldelement 125 als uitgangssignaal af te geven om te worden gebruikt als de waarde C bij het berekenen voor het beeldelement 126, en alvorens de berekende waarde voor het beeldelement 122 wordt opgeslagen.

De voor elk beeldelement berekende waarde wordt vervolgens opnieuw gedeeld door de werking van de deler 174 teneinde een gereconstrueerde grijsniveau-waarde in 6-bit vorm voor verdere verwerking te genereren. Dit is gewenst zodat de grijsniveau-waarde voor elk beeldelement kan worden vergeleken met zijn bijbehorende 6-bit "dither" referentiedrempelwaarde.

Voor de beeldelementen, die zich bevinden aan de linker- en bovenranden van het beeld, zijn de gereconstrueerde grijsniveau-waarden gebaseerd op een nulwaarde voor nabijgelegen beeldelementen, aangezien dergelijke beeldelementen niet bestaan. De hierdoor geïntroduceerde fout is aanvaardbaar aangezien informatie langs de rand van een document zelden van belang is. De grendelgeheugens 169, 176 en 177 voeren

nullen in op de passende tijden. Het grendelgeheugen 169 voert nullen toe aan de opteller 170 gedurende het verwerken van elk eerste beeldelement van elke aftastlijn. Het grendelgeheugen 176 voert nullen toe aan de opteller 178 gedurende het verwerken van de gehele eerste aftastlijn van het origineelbeeld en gedurende het verwerken van het eerste beeldelement van elke aftastlijn. Het grendelgeheugen 177 voert nullen toe aan de opteller 178 gedurende het verwerken van de gehele eerste aftastlijn van het origineelbeeld.

Zoals uit fig. 7 blijkt, worden de gereconstrueerde grijsniveauwaarden (in 6-bit vorm) voor de beeldelementen, afkomstig van het bij de grijsniveau-decodeerinrichting 68 hetzij de grijsniveau-decodeerinrichting 168, in de digitale comparator 65 vergeleken met toegewezen positie-afhankelijke referentiedrempelwaarden, afkomstig van de "dinker" drempelgenerator 66 teneinde een binair signaal te genereren, aangevende of de desbetreffende beeldelementen als zwarte of witte moeten worden gereconstrueerd. Het gereconstrueerde "dinker" binaire grijswaarschaalsignaal wordt vervolgens via de OF-poort 64 geleid met het gedecodeerde, binaire detailsignaal om te worden gesuperponeerd en doorgegeven aan een conventionele twee-toon beeldweergeefinrichting. De gereconstrueerde grijs-schaalwaarden en de gereconstrueerde detailinformatie zijn met behulp van de van het ontvangnetwerk 60 deel uitmakende verdragingsketen 63 gesynchroniseerd teneinde de geëigende beeldelementen voor te stellen.

C O N C L U S I E S :

1. Apparatuur voor het digitaal coderen van lichtintensiteits-
informatie, afgeleid van een beeld, omvattende middelen (12) voor het
aftasten van afzonderlijke gebieden van dit beeld teneinde elektrische
ingangssignalen indicatief voor de lichtintensiteit van elk beeldele-
5 ment te genereren, eerste middelen (24) voor het vergelijken van deze
ingangssignalen met een voorafbepaald positie-onafhankelijk drempel-
signaal, teneinde een binair detailsignaal (109) voor zwarte en witte
beeldelementen te genereren, gekenmerkt door : tweede middelen (31)
10 voor het vergelijken van deze ingangssignalen met voorafbepaalde posi-
tie-afhankelijke, als referentie dienende drempelsignalen, afkomstig
van een matrix van steekproefnamepunten, teneinde een binair grijs-
waarde-schaalsignaal (108) te genereren, waarbij elk van deze steek-
proefnamepunten correpondeert met een desbetreffend beeldelement van
15 elk van een aantal blokken (104) van beeldelementen; en middelen (42)
voor het tellen van het aantal "N" van zwarte beeldelementen in ge-
noemd binair grijswaarde-schaalsignaal voor elk blok, teneinde een code
te genereren, dat een benadering geeft van de grijsniveau-informatie
van elk blok van beeldelementen.
2. Apparatuur volgens conclusie 1 gekenmerkt door middelen (36)
20 voor het aftrekken van het genoemde binaire detailsignaal (109) van
het genoemde binaire grijswaarde-schaalsignaal (108) teneinde dit bi-
naire grijswaarde-schaalsignaal, voorafgaande aan het tellen daarvan,
te wijzigen.
3. Apparatuur volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat genoemde
25 positie-afhankelijke als referentie dienende drempelsignalen worden ge-
genereerd door een geordende "dither" matrixconfiguratie.
4. Facsimile-ontvanger, te gebruiken in combinatie met codeerappa-
ratuur van de soort volgens conclusie 1 gekenmerkt door middelen (61)
voor het ontvangen van het genoemde binaire detailsignaal en genoemde
30 grijsniveau-codes; en middelen (68, 168) voor het reconstrueren van een
grijsniveau-waarde voor elk beeldelement (102), uitgaande van de grijs-
niveau-codes voor genoemde blokken (104) van beeldelementen.
5. Ontvanger volgens conclusie 4 met het kenmerk, dat genoemde
grijsniveau-reconstructiemiddelen omvatten : middelen (70) voor het uit-
35 voeren van een interpolatie van de grijsniveau-code van een blok, dat
een bepaald beeldelement bevat met betrekking tot de grijsniveau-code

7920086

van een voorafgekozen aangrenzend blok, teneinde de gereconstrueerde grijsniveau-waarde van dit desbetreffend beeldelement te genereren, en daardoor abrupte tonale veranderingen tussen genoemde blokken te verminderen.

5 6. Ontvanger volgens conclusie 4 en dienende om de grijsniveau-waarde van een geldend beeldelement van een geldende lijn in een systeem, waarbij de beeldelementen worden gereconstrueerd op basis van lijn-voor-lijn, te reconstrueren, gekenmerkt door middelen voor het opslaan van de grijsniveau-waarde voor het voorafgaande beeldelement in
10 dezelfde lijn, het beeldelement corresponderende met het voorafgaande beeldelement, en zich bevindend op de voorafgaande lijn, en het beeldelement, corresponderende met het geldende beeldelement, zich echter bevindend op de voorafgaande lijn, en middelen (178) voor het bepalen van het gemiddelde van de opgeslagen grijsniveau-waarden, vermeerderd
15 met die van het blok, dat het geldende beeldelement bevat, waarbij deze gemiddelde waarde een waarde is, die wordt gebruikt voor het reconstrueren van het geldende beeldelement.

7. Ontvanger volgens conclusie 4 en dienende om het reconstrueren van de grijsniveau-waarde van een geldend beeldelement, zich bevindend in een kolom in een systeem, waarbij de gereconstrueerde beeldelementen gerangschikt volgens uitgelijnde blokken, elk omvattende
20 x kolommen van y beeldelementen en y lijnen van x beeldelementen, gekenmerkt door : middelen voor het opslaan van de grijsniveau-waarde van de zich binnen het aangrenzende blok, dat vertikaal op één lijn is gelegen met het geldende blok bevindende kolom, waarbij zulk een aangrenzende blokkolom op één lijn is gelegen met de geldende kolom,
25 middelen (73) voor het genereren van een horizontaal verschil tussen de grijsniveau-waarde van het geldende blok en de grijsniveau-waarde van het linker, naburige blok; middelen (74) voor het vermenigvuldigen van
30 dit horizontale verschil met een voorafbepaald veelvoud van $1/x$ teneinde een horizontale incrementele waarde voor deze geldende kolom, die het genoemde geldende beeldelement bevat, te genereren; middelen (75) voor het optellen van deze horizontale, incrementele waarde bij de grijsniveau-waarde van het genoemde linker, naburige blok teneinde een
35 in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde voor deze geldende kolom te genereren; middelen (82) voor het genereren van een vertikaal verschil tussen genoemde in horizontale richting gradueel

verlopende grijsniveau-waarde voor genoemde geldende kolom en genoemde in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde van de corresponderende vertikaal op één lijn gelegen kolom; middelen (83) voor het vermenigvuldigen van dit verticale verschil met een voorafbe-
5 paald veelvoud van $1/y$ teneinde een verticale incrementele waarde voor genoemd geldend beeldelement te genereren; en middelen (84) voor het optellen van deze verticale incrementele waarde bij genoemde in horizontale richting gradueel verlopende grijsniveau-waarde van genoemde corresponderende kolom van het genoemde vertikaal op één lijn gelegen
10 blok, teneinde genoemde gereconstrueerde grijsniveau-waarde voor het genoemde geldende beeldelement te reconstrueren.

FIG. 3

0	32	8	40	2	34	10	42
48	16	56	21	50	18	58	26
12	44	4	36	14	46	6	38
60	28	52	20	62	30	54	22
3	35	11	43	1	33	9	41
51	19	59	27	49	17	57	25
15	47	7	39	13	45	5	37
63	31	55	23	61	29	53	21

104

FIG. 4

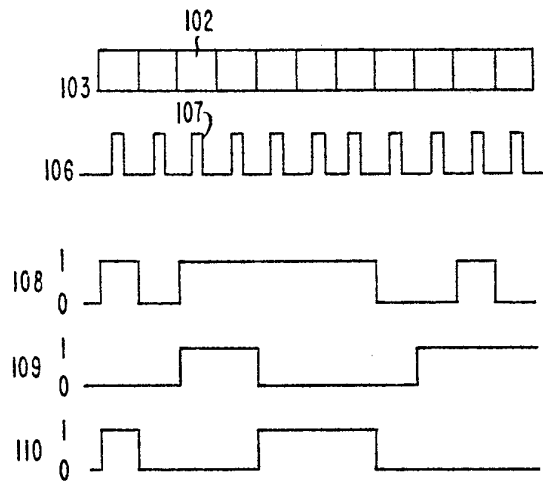


FIG. 5

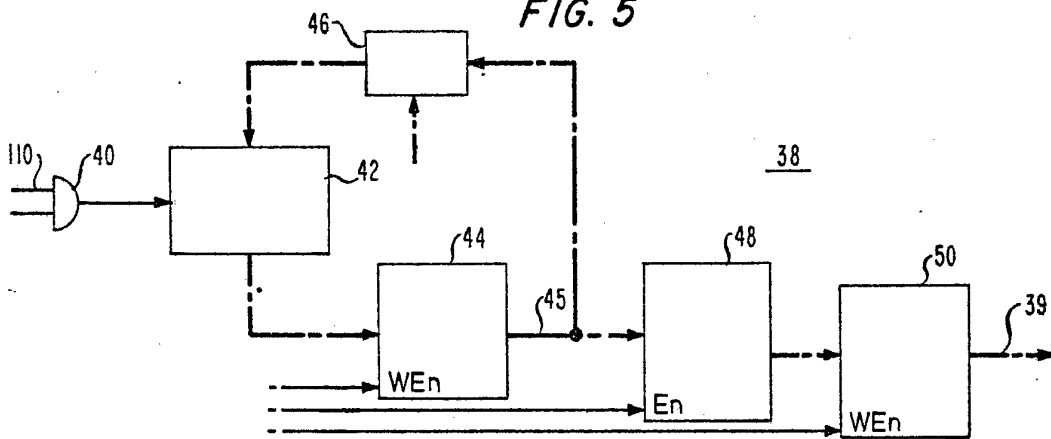


FIG. 6

aant. "N" zwarte beltn in een blok 104	toegewezen grijs-niveau	binair grijsniveau-code
0-7	1	000
8-15	2	001
16-23	3	010
24-31	4	011
32-39	5	100
40-47	6	101
48-55	7	110
56-63	8	111

FIG. 7

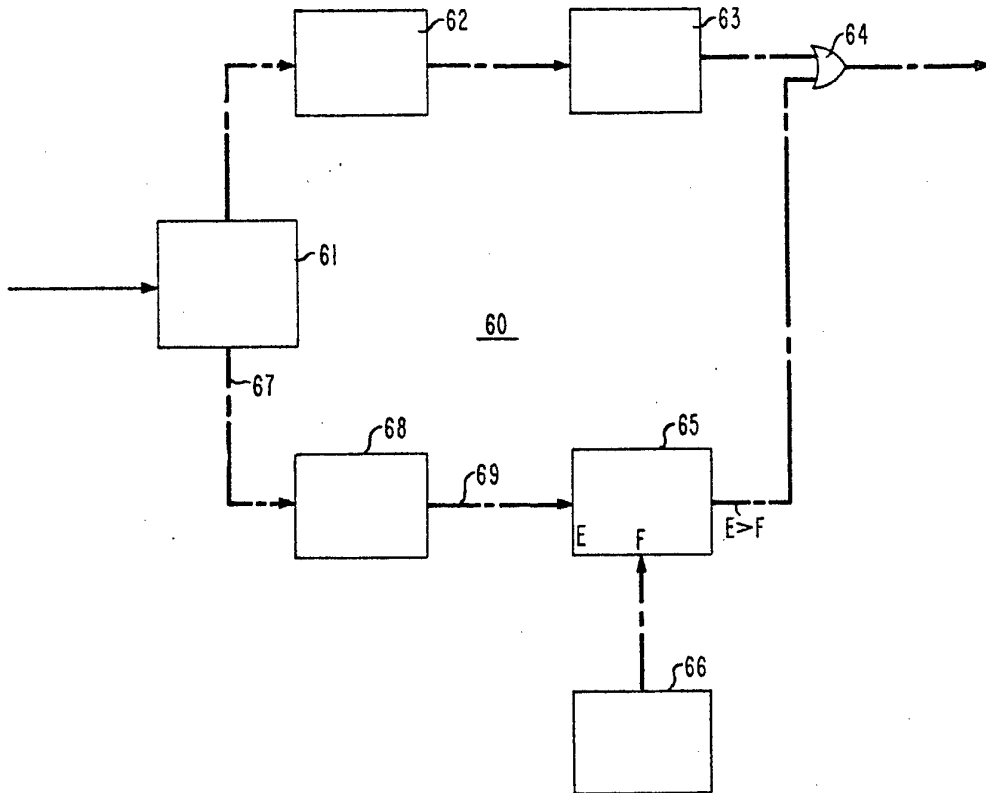


FIG. 9

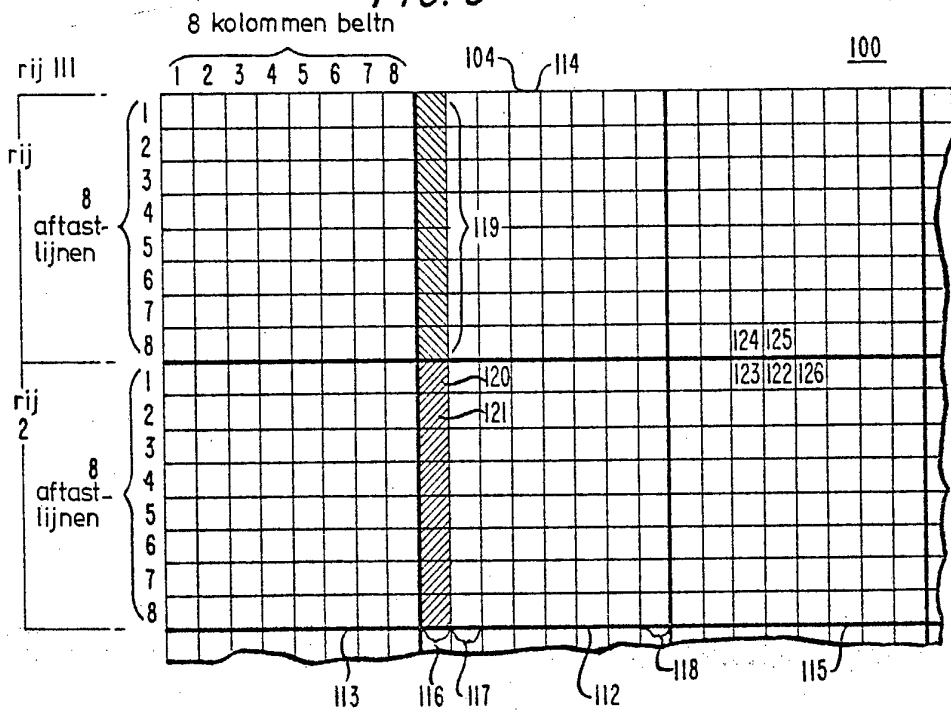


FIG. 8

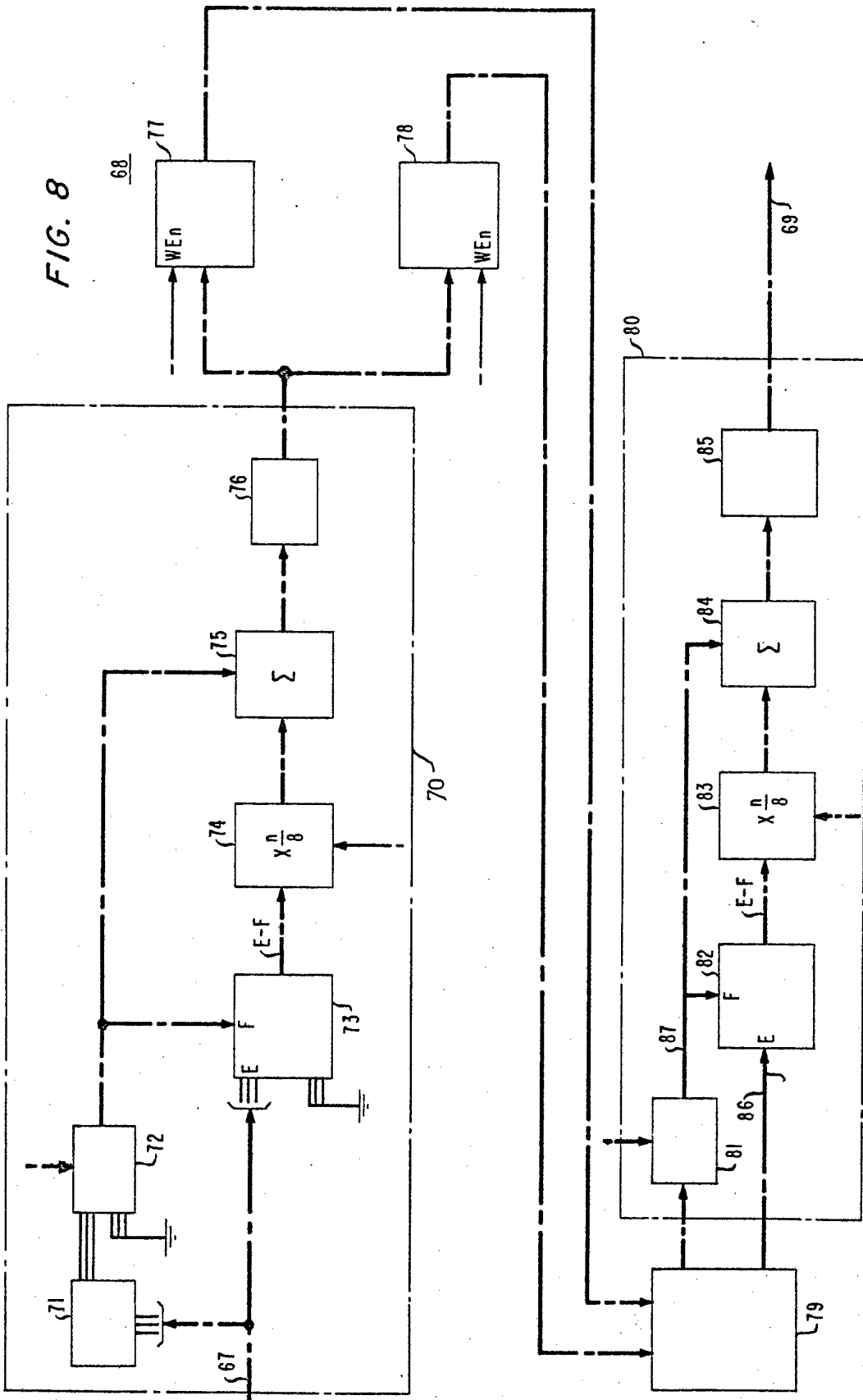
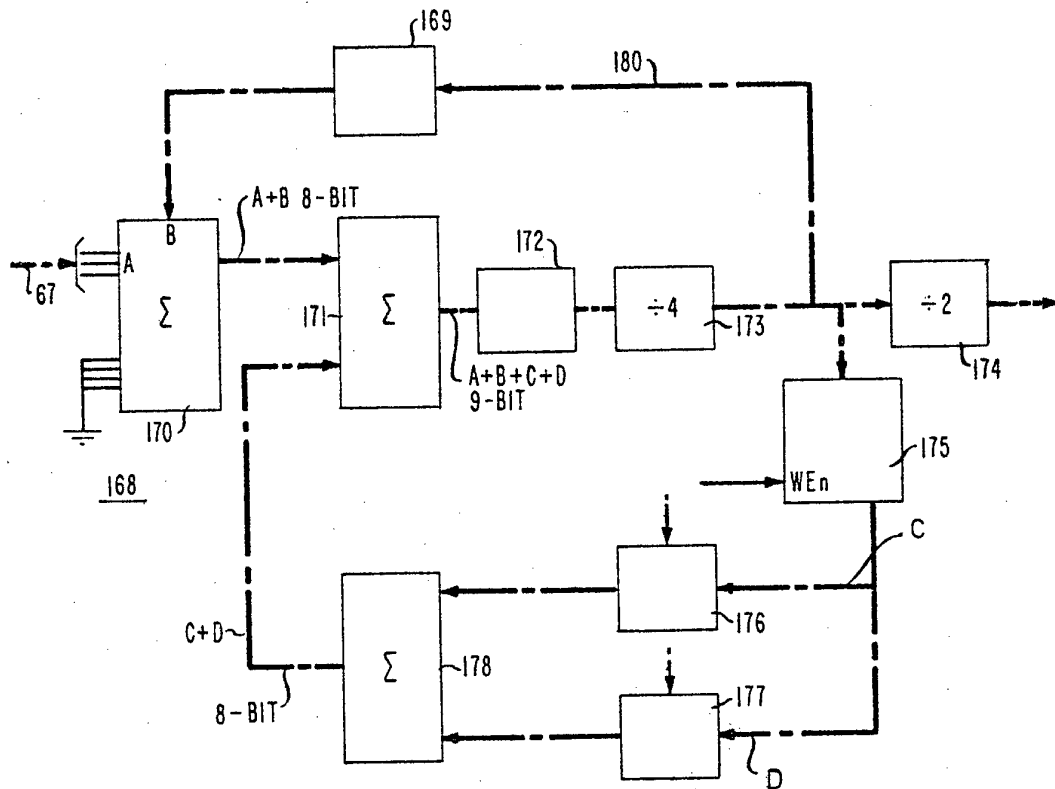


FIG. 10



Western Electric Company, Incorporated