BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



PATENTSCHRIFT 1 053 311

DBP 1053311 KL. **57 d** 3/02

INTERNAT. KL. G 03 f

ANMELDETAG:

11. FEBRUAR 1958

BEKANNTMACHUNG DER ANMELDUNG UND AUSGABE DER AUSLEGES CHRIFT:

19. MÄRZ 1959

PATENTSCHRIFT:

10. SEPTEMBER 1959

STIMMT ÜBEREIN MIT AUSLEGESCHRIFT 1 053 311 (H 32386 IVa / 57 d)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur elektronischen Farbkorrektur für die

Reproduktion farbiger Bildvorlagen.

In der Reproduktionstechnik werden zur Herstellung mehrfarbiger Reproduktionen von farbigen Bildvorlagen zunächst drei oder mehrere Farbauszüge der Bildvorlage angefertigt. Diese können in verschiedenen Formen vorliegen, z. B. in Form von photographischen Platten (»Farbauszügen« im engeren Sinne der Reproduktionstechnik), welche von der 10 Bildvorlage durch bestimmte Farbfilter hindurch aufgenommen worden sind und bei denen zu jedem Bildpunkt ein Tripel (bei drei Farbauszügen) von photographischen Schwärzungen bzw. Transparenzen gehört, oder in der Form dreier Photozellenströme, die 15 beim synchronen punkt- und zeilenförmigen Abtasten solcher photographischer Auszüge mittels je eines wandernden Lichtpunktes und je einer Photozelle entstehen, oder schließlich in Form dreier Photozellenströme, die beim punkt- und zeilenförmigen Abtasten 20 des farbigen Originals selbst mittels eines wandernden Lichtpunktes und dreier Photozellen gewonnen werden, wobei das von den Bildpunkten reflektierte bzw. durchgelassene Licht vermittels eines Prismas Strahlengänge aufgeteilt wird, in welche Farbfilter eingeschaltet sind.

Im folgenden soll unter »unkorrigierten Farbauszügen« die Gesamtheit der Tripel von Farbmeßwerten (z. B. den Normfarbwerten nach Din 5033) verstanden 30 werden, deren jedes zu einem Bildpunkt des Originals gehört. Die Farbmeßwerte werden durch optische Auswertung der Bildvorlage mit einem Lichtauf-nahmeorgan bestimmter spektraler Empfindlichkeitsverteilung gewonnen (z. B. photographische Platte, 35 deren Hilfe die Druckformen für den Hoch-, Offset-Photozelle od. dgl.), unter Verwendung dreier Farb- und Tiefdruck geätzt werden, oder als »relative Abfilter bestimmter spektraler Durchlässigkeit und bei Beleuchtung mit einer Lichtquelle bestimmter spektraler Energieverteilung. Die Auswertung kann für die gesamte Vorlage gleichzeitig erfolgen (z. B. photo- 40 graphische Aufnahmen) oder für die einzelnen Bildpunkte der Vorlage in zeitlicher Aufeinanderfolge (z. B. Bildabtastung mit wanderndem Lichtpunkt und Photozelle)

Es ist bekannt, daß diese ursprünglichen so- 45 genannten »unkorrigierten Farbauszüge« korrigiert werden müssen, bevor mit ihrer Hilfe drei oder mehrere Farbauszugsdruckformen geätzt werden, welche nach Einfärbung mit je einem anderen Druckfarbstoff durch paßgerechtes Übereinanderdrucken auf 50 Druckpapier die farbige Reproduktion ergeben.

Die Farbkorrektur ist deswegen erforderlich, weil einerseits bei der Herstellung der unkorrigierten Farbauszüge — sei es durch photographische Ver-

Verfahren und Vorrichtung zur elektronischen Farbkorrektur

Patentiert für:

Fa. Dr.-Ing. Rudolf Hell, Kiel-Dietrichsdorf

Dr.-Ing. Rudolf Hell, Kiel, ist als Erfinder genannt worden

fahren, sei es durch elektrooptische Abtastung mittels Photozellen usw. — stets Farbmeßwerte gewonnen werden, die durch die verwendeten Lichtquellen, Filter und die spektrale Empfindlichkeit des Aufnahmeorgans bestimmt sind, andererseits der Inhalt der sogenannten »korrigierten Farbauszüge« nicht aus Farbmeßwerten, sondern aus Farbstoffdosierungen besteht, die weitgehend von den verwendeten Wiederin drei Grundfarben spektral zerlegt oder in drei 25 gabefarbstoffen, dem Druckpapier und dem Druckverfahren abhängen. Es werden hier also verschiedene Dinge miteinander in Beziehung gebracht.

Die Farbstoffdosierungen können in verschiedenen Formen vorliegen, z.B. als »relative Rasterpunktgrößen« beim Hoch- und Offsetdruck oder als »relative Näpfchentiefen« beim Tiefdruck oder als »Schwärzungen« bzw. »Transparenzen« dreier potographischer Platten (»korrigierten Farbauszügen« im engeren Sinne der Reproduktionstechnik), mit und Tiefdruck geätzt werden, oder als »relative Absorptionen« der mit den Wiedergabedruckformen vermittels schwarzer Druckfarbe auf genormtem Druckpapier hergestellten Andrucke oder auch als Tripel von elektrischen Spannungen, welche drei in ihrer Helligkeit veränderbare Lichtquellen steuern, vermittels derer drei photographische Platten als korrigierte Farbauszüge punkt- und zeilenweise belichtet werden, wie dies von der Bildtelegraphie her bekannt ist, oder schließlich auch als Tripel von elektrischen Spannungen, welche die Antriebssysteme dreier Gravierwerkzeuge steuern, vermittels derer drei Farbauszugsdruckformen unmittelbar elektromechanisch graviert werden.

Im folgenden soll unter »korrigierten Farbauszügen« die Gesamtheit der Tripel von Farbstoffdosierungen verstanden werden, deren jedes zu dem dem betreffenden Vorlagenbildpunkt entsprechenden Bildpunkt der Reproduktion gehört.

Ob nun die Beziehungen zwischen den Farbstoffdosierungen und den Farbmeßwerten empirisch oder theoretisch ermittelt werden, in jedem Falle sind die zu ermittelnden Farbstoffdosierungen u, v, w gewisse charakteristische eindeutige stetige Funktionen der Farbmeßwerte x, y, z:

$$u = b(x, y, z)$$
 (Blau),
 $v = r(x, y, z)$ (Rot),
 $w = g(x, y, z)$ (Gelb),

wobei die Funktionen b, r, g von der Wahl der Farbmeßwerte x, y, z, der Farbstoffdosierungen u, v, w, der Wiedergabefarbstoffe, des Druckpapiers und des Druckverfahrens abhängen.

Bei den sogenannten »Farbscannern« wird die Umwandlung oder Umrechnung der Farbmeßwerte in die Farbstoffdosierungen, d. h. also die Farbkorrektur, automatisch und elektronisch mit großer Geturmaschine, die im wesentlichen aus drei elektronischen Rechenmaschinen besteht, hat drei Eingänge und drei Ausgänge. Den drei Eingängen werden den Farbmeßwerten x, y, z proportionale Spannungen U_x , Uy, Uz zugeführt, und den drei Ausgängen werden 25 den Farbstoffdosierungen u,v,w proportionale elektrische Spannungen $U_u,\,U_v,\,U_w$ entnommen. Die Entnahmegeschwindigkeit der Funktionswerte entspricht im allgemeinen der Zuführungsgeschwindigkeit der Variablen, welche gleich der Abtastgeschwindigkeit 30 zudrängen, daß man sie durch ihre Logarithmen erder Bildpunkte ist.

Zur elektrischen bzw. elektronischen Darstellung einer stetigen Funktion dreier Variabler gibt es eine Anzahl bekannter Vorrichtungen, die alle sehr kompliziert und sehr aufwendig sind, so daß es wünschens- 35 wert erscheint, diese durch einfachere und wohlfeilere zu ersetzen. Wenn der Aufwand bei der elektrischen Darstellung stetiger Funktionen zweier Variabler noch in erträglichen Grenzen liegt, so besteht beim Übergang von zwei zu drei Variablen unter Beibehal- 40 tung der Stetigkeit der Funktionen eine prinzipielle Schwierigkeit, die in bekannter Weise nur durch großen Aufwand zu beseitigen ist.

Erfindungsgemäß werden diese Schwierigkeiten durch ein Verfahren verringert, welches darin besteht, 45 die drei stetig veränderlichen Farbmeßwerte x, y, z (z. B. die Normfarbwerte nach Din 5033) der farbigen Bildpunkte des zu reproduzierenden Originals durch je eine hinreichend große Anzahl verschiedener diskreter Werte ersetzt werden, daß die 50 drei stetig veränderlichen Farbstoffdosierungen u, v, w (z. B. die relativen Rasterpunktgrößen bzw. Näpfchentiefen) für die farbigen Bildpunkte der Reproduktion, welche mit den Farbmeßwerten x, y, z durch drei empirisch oder theoretisch ermittelte Funktionen 55 $u = b(x, y, z), \quad v = r(x, y, z), \quad w = g(x, y, z)$ zusammenhängen, ebenfalls durch je eine hinreichend große Anzahl diskreter Werte ersetzt werden, daß die durch proportionale elektrische Signale dargestellten Farbmeßwerte einem elektronischen Speicher entsprechend 60 der Abtastgeschwindigkeit laufend zugeführt werden und daß die durch proportionale elektrische Signale dargestellten Farbstoffdosierungen dem elektronischen Speicher laufend entnommen werden in Zeitintervallen, die gleich oder kleiner sind als die Zeit, die 65 zur Abtastung eines Bildpunktes benötigt wird.

Versuche haben gezeigt, daß es beim Farbkorrekturprozeß nicht erforderlich ist, alle stetig veränderlichen Farbmeßwerte x, y, z und alle stetig

rücksichtigen, sondern daß es genügt, wenn deren nur endlich viele diskrete Werte, deren Anzahl in der Größenordnung von etwa 50 liegt und die in passenden, nicht notwendigerweise gleichen Intervallen gewählt werden, berücksichtigt wer-Zudem hat sich herausgestellt, daß Mannigfaltigkeit der Funktionswerte u, v, w von der gleichen Größenordnung wie die Mannigfaltigkeit der Variablenwerte x, y, z ist. Das bedeutet folgendes: Es werde angenommen, daß die Variablen x, y, z je h verschiedener Werte fähig seien. Dann gibt es genau h³ verschiedene Variablentripel (x, y, z), denen für jede Funktion b, r, ghöchstens h³ verschiedene Funktionswerte u, v, w zu-15 geordnet sein können. Wenn aber jede Funktion b, r, g ebenfalls nur je h verschiedene Funktionswerte annehmen kann, so führen für jede dieser Funktionen im Mittel je $h^3: h = h^2$ verschiedene Variablentripel (x, y, z) zu demselben Funktionswert u, v, w, wenn schwindigkeit vorgenommen. Eine solche Farbkorrek- 20 überdies angenommen wird, daß jeder Funktionswert u, v, w im Mittel gleich häufig vorkommt.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken werden die diskreten Farbmeßwerte x, y, z vor der Korrektur einer logarithmischen Kompression und die diskreten Farbdosierungswerte u, v, w nach der Korrektur einer antilogarithmischen Expansion unterzogen. Liegen nämlich bei besonderen Korrekturaufgaben die Farbmeßwerte x, y, z erheblich auseinander, so ist es zweckmäßig, diese Werte in der Weise zusammensetzt. Die sich dabei ergebenden Farbdosierungswerte erscheinen dann ebenfalls zusammengedrängt und müssen anschließend wieder auseinandergezogen werden.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken werden zur Durchführung verschiedener Korrekturaufgaben die elektronischen Speicher für die Wertevorräte der drei Farbkorrekturfunktionen b, r, g durch eine auswechselbare Zuordnungsverdrahtung geändert.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken wird das Verfahren gemäß der Erfindung durch eine Vorrichtung durchgeführt, die darin besteht, daß für jeden Farbmeßwert x, y, z ein elektronischer Kanal vorgesehen ist, dessen Eingang der durch proportionale elektrische Signale dargestellte zeitlich veränderliche Farbmeßwert entsprechend der Abtastgeschwindigkeit laufend zugeführt wird, und welcher jeweils aus einem Schalter zur kurzzeitigen periodischen Abfrage der Signale, aus einer Quantisierungsvorrichtung für die Überführung der abgefragten diskreten Signalwerte in eine endliche Anzahl von Signalquanten und aus einem Umsetzer zur Anzeige der einzelnen Quantenzahlen besteht, welcher eine der Stufenzahl der Quantisierung gleiche Anzahl Ausgänge hat, von denen in jeder Abfrageperiode nur an demjenigen Ausgang eine Potentialänderung auftritt, dessen zugeordnetes Signalquant bei der Abfrage vorliegt.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken sind in jedem elektronischen Kanal für die Farbmeßwerte x, y, z Mittel vorgesehen, die bewirken, daß die Signalquanten entweder durch ihren Quantenzahlen entsprechende Impulsanzahlen dargestellt oder kodiert werden.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken wird das Verfahren gemäß der Erfindung in der Weise durch eine weitere Vorrichtung durchgeführt, daß eine dreidimensionale Matrix von mit jeweils drei Eingängen und einem Ausgang versehenen Koinzidenzschaltern vorgesehen ist, deren jeder eingangsseitig mit je veränderlichen Farbstoffdosierungen u, v, w zu be- 70 einem der Ausgänge des x-, des y- und des z-Kanals

verbunden ist und welcher ausgangsseitig dann und nur dann die aus den drei Kanälen in einer Abfrageperiode anliegenden Ausgangsspannungen durchschaltet, wenn diese alle drei gleichzeitig vorliegen.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken wird das Verfahren gemäß der Erfindung durch eine weitere Vorrichtung geführt, die darin besteht, daß für jeden der diskreten Farbdosierungswerte u, v, w ein Schalter und eine Spannungsquelle, deren Spannung dem betreffenden Farbdosierungswert proportional ist, vor- 10 gesehen ist, daß jeder Koinzidenzschalter der Matrix ausgangsseitig mit den drei Eingängen einer jeweils aus einem u-, einem v- und einem w-Schalter bestehenden Schaltergruppe entsprechend der funktionalen Zuordnung verbunden ist, daß alle u-, alle v- 15 und alle w-Schalter ausgangsseitig jeweils unter sich an eine gemeinschaftliche Ausgangsleitung geschaltet sind und daß Steuermittel vorgesehen sind, die bewirken, daß diejenigen dnei eine Gruppe bildenden u-, v- und w-Schalter, die in einer Abfrageperiode 20 durch einen vom Ausgang eines Koinzidenzschalters abgegebenen Impuls geschlossen werden, die drei zugehörigen Farbdosierungsspannungen u, v, w so lange auf die gemeinschaftlichen Ausgangsleitungen freieinen Steuerimpuls wieder geöffnet werden.

Nach einem weiteren Erfindungsgedanken wird das Verfahren gemäß der Erfindung durch eine weitere Vorrichtung in der Weise durchgeführt, daß zur Taktgabe, zur Synchronisierung und zur Steuerung 30 quant bei der Abfrage angetroffen wird. der einzelnen Schaltvorgänge in der elektronischen Anlage ein Taktgenerator und ein Impulsgenerator vorgesehen ist, welcher eine Impulsfrequenz liefert, die um so viele Male größer als die vom Taktgenevorkommende Quantenstufenzahl bzw. Basiszahl des verwendeten Kodes beträgt, vermehrt um die in jeder Abfrageperiode für Schaltzwecke benötigte Anzahl von Steuerimpulsen, daß weiter ein Zähler vorgesehen ist, welcher periodisch die in einer Abfrageperiode 40 vom Impulsgenerator gelieferten Impulse zählt, und daß ferner ein Umsetzer vorgesehen ist, welcher einzelne, zur Steuerung von Schaltvorgängen benötigte Teilzählergebnisse ausgangsseitig in Form je eines Impulses abgibt.

An Hand der Fig. 1 bis 12 wird die Erfindung an

Ausführungsbeispielen näher erläutert, worin Fig. 1 die grundsätzliche Wirkungsweise der An-

Fig. 2 eine Verdrahtungsvorrichtung zur Änderung 50 der funktionalen Zusammenhänge,

Fig. 3 und 4 ein Blockschaltbild der gesamten An-

Fig. 5 den Zeitplan der Anlage,

Fig. 6 ein Blockschaltbild für die Quantisierung 55 und Kodierung,

Fig. 7 den Zeitplan für die Kodierungseinrichtung, Fig. 8 eine Quantisierungs- und Kodierungsröhre,

Fig. 9 die Kodelochplatte dieser Röhre, Fig. 10 einen elektronischen Abtaster,

Fig. 11 einen Koinzidenzschalter der Matrix und

Fig. 12 einen Binärzähler und eine Diodenmatrix für den Dekoder zeigt.

In Fig. 1 ist in einem Übersichtsbild in schematielektronischen Rechenanlage dargestellt. Um die Übersichtlichkeit dieser Darstellung nicht zu gefährden, wird angenommen, daß die Farbmeßwerte x, y, z in nur vier Stufen quantisiert sind. Dementsprechend sind die stetig veränderlichen Variablen- 70 einem der Eingänge $v_1 \dots v_4$ und deren dritte, 11, zu

werte x, y, z durch je vier diskrete Werte $x_1 \dots x_4$, $y_1 \dots y_4, z_1 \dots z_4$ ersetzt, wobei jeder folgende Wert größer als der vorhergehende ist, jedoch aufeinanderfolgende Werte keine konstanten Differenzen zu 5 haben brauchen.

Die Mannigfaltigkeit der zugeordneten Funktionswerte (Farbstoffdosierungen) u, v, w ist im Beispielsfalle dieselbe wie die der Variablenwerte x, y, z. Dementsprechend sind die stetig veränderlichen Funktionswerte u, v, w ebenfalls durch je vier diskrete

Werte $u_1 \ldots u_4$, $v_1 \ldots v_4$, $w_1 \ldots w_4$ ersetzt. Die Anzahl der Funktionswerte jeder der Funktionen u, v, w kann aber auch größer oder kleiner als die Anzahl der Variablenwerte jeder Variablen x, y, z sein, jedoch im Beispielsfalle nicht größer als höchstens $4^3 = 64$.

1, 2, 3 sind elektronische Vorrichtungen, denen die stetig veränderlichen Farbmeßwerte x, y, z laufend zugeführt werden mit einer Geschwindigkeit, die der Abtastgeschwindigkeit dieser Variablen entspricht. In diesen Vorrichtungen werden die stetig veränderlichen Variablenwerte x, y, z zunächst periodisch kurzzeitig abgefragt und sodann die abgefragten Momentanwerte quantisiert, d. h. durch die ihnen geben, bis sämtliche u-, v- und w-Schalter durch 25 am nächsten gelegenen ganzzahligen festen Werte $x_i, y_i, z_i \ (i = 1 \dots 4)$ ersetzt. Jedem Variablenquant x_i, y_i, z_i ist je ein Ausgang zugeordnet, der dann und nur dann einen Impuls abgibt bzw. ein verändertes Potential annimmt, wenn das zugehörige Variablen-

4 ist eine räumliche Matrix aus im Beispielsfalle $4^3 = 64$ elektronischen Koinzidenzschaltern 5, deren Beschaffenheit noch später erläutert wird. Der Ausdruck »räumliche Matrix« ist nicht wörtlich zu nehrator gelieferte Taktfrequenz ist, wie die höchste 35 menn, denn die Matrixelemente in Form der Koinzidenzschalter 5 können auch in einer Ebene angeordnet sein. In jedem Kreuzungspunkt mit den Koordinaten x, y, z befindet sich ein Schalter 5. Diese sind in diskreten parallelen Ebenen $x = x_i$, $y = y_i$, $z = z_i$ $(i = 1 \dots 4)$ angeordnet und bilden in jeder dieser Ebenen ein rechtwinkliges Netz. Die drei Ebenenscharen schneiden sich senkrecht und bilden ein dreifaches Orthogonalsystem. In jeder der Ebenen $x = x_i$, $y = y_i$, $z = z_i$ führt je eine Leitung zu allen in der betreffenden Ebene gelegenen Schaltern 5. Die Anfänge aller dieser 3.4 = 12 Leitungen sind an die Ausgänge $x_1 ldots x_4, y_1 ldots y_4, z_1 ldots z_4$ der Schaltungsanordnungen 1, 2, 3 angeschlossen. Durch jeden Matrixpunkt 5 mit den Koordinaten x, y, z gehen also je drei Leitungen, die an die Ausgänge x, y, z der Vorrichtungen 1, 2, 3 angeschlossen sind.

In Fig. 1 sind die x-Leitungen durchgehend, die y-Leitungen lang gestrichelt und die z-Leitungen kurz gestrichelt gezeichnet.

Die Matrixschalter 5 stellen Sowohl-als-auch-alsauch-Schalter dar, d. h., sie geben dann und nur dann eine Spannung ab bzw. nehmen ein verändertes Potential an, wenn sie von allen drei Koordinatenleitungen gleichzeitig unter Spannung gesetzt werden bzw. diese drei Koordinatenleitungen gleichzeitig ein verändertes Potential annehmen.

6, 7, 8 sind drei weitere elektronische Vorrichtungen, die das Umgekehrte wie die Vorrichtungen 1, 2, 3 bewerkstelligen. Den Ausgängen u, v, w werden die scher Weise die grundsätzliche Wirkungsweise der 65 diskreten Funktionswerte — die Farbstoffdosierungen — $u_1 \dots u_4$, $v_1 \dots v_4$, $w_1 \dots w_4$ aus lokalen Spannungsquellen entnommen. Von jedem Matrixschalter 5 gehen drei Leitungen 9, 10, 11 ab, deren erste, 9, zu einem der Eingänge $u_1 \dots u_4$, deren zweite, 10, zu

einem der Eingänge $w_1 \dots w_4$ führt. Wenn bei einem Matrixschalter die Sowohl-als-auch-als-auch-Bedingung erfüllt ist, d. h. wenn er Spannung abgibt bzw. ein verändertes Potential annimmt, so werden in den Vorrichtungen 6, 7, 8 die zugeordneten Funktionswerte gleichzeitig ausgelöst, welche den Ausgängen bei u, v, w entnommen werden.

Zwei verschiedene Matrixschalter, d. h. zwei verschiedene Variablentripel x, y,z, brauchen nicht notwendiger Weise zu verschiedenen Funktionswert- 10 tripeln u, v, w zu führen. Es braucht auch nicht jeder Matrixpunkt mit einem Koinzidenzschalter besetzt zu sein, nämlich diejenigen Matrixpunkte nicht, die zu solchen Variablentripeln gehören, welche nicht benötigt werden. Die drei Leitungen 9, 10, 11, die von 15 den Matrixschaltern 5 nach den Eingängen der Vorrichtungen 6, 7, 8 führen, sind durch (nicht dargestellte) Gleichrichter voneinander entkoppelt.

Durch die Art und Weise, wie der Matrixschalter 5 den u, v, w-Eingängen zugeordnet sind, sind die drei 20 Funktionen b, r, g definiert. Durch eine Anderung der Zuordnung, d. h. durch eine Anderung der Verdrahtung, können die Funktionen b, r, g abgeändert werden. Dies ist von Bedeutung, wenn durch einen Wechsel der Wiedergabedruckfarben, des Druckpapiers oder des Druckverfahrens zu anderen Funktionen b, r, g übergegangen werden muß, welche die abgeänderten funktionalen Zusammenhänge zwischen den Farbstoffdosierungen und den Farbmeßwerten ausdrücken.

Ein Ausführungsbeispiel für eine solche Verdrahtungsänderung ist in Fig. 2 dargestellt. Die Schaltermatrix 4 ist der Übersichtlichkeit halber als ebene Matrix dargestellt. In dieser sind einige Matrixschalter 5 schematisch angedeutet. Von jedem Matrix- 35 schalter 5 gehen je drei Leitungen 9, 10, 11 ab, welche in irgendeiner, aber gleichbleibenden Reihenfolge an die Klemmen dreier Klemmleisten 12, 13, 14 angeschlossen sind. Diesen Klemmleisten stehen die Klemmleisten 15, 16, 17 gegenüber, welche die Ein- 40 gangsklemmen $u_1 \ldots u_4$, $v_1 \ldots v_4$, $w_1 \ldots w_4$ der Vorrichtungen **6**, **7**, **8** aus Fig. 1 enthalten.

18, 19, 20 sind drei auswechselbare Klemmleisten, welche auf die Klemmleisten 12 und 15, 13 und 16. 14 und 17 gesteckt werden können. Die Klemmleisten 45 18, 19, 20 enthalten verschiedene feste Verdrahtungen, durch welche die verschiedenen Zuordnungen der Variablenwerte x, y, z zu den Funktionswerten u, v, w hergestellt werden. Durch einen Vorrat solcher auswechselbarer Klemmleisten lassen sich in einfacher 50 Weise die verschiedenen Korrekturanforderungen erfüllen, die mit einem Wechsel der Druckfarben, des Druckpapiers und des Druckverfahrens verbunden

In Fig. 3 ist in einem Blockschaltbild ein Ausfüh- 55 rungsbeispiel für die Vorrichtungen 1, 2, 3 aus Fig. 1

Es werde angenommen, daß die Variablenwerte x in l Stufen $x_1 \dots x_l$, die Variablenwerte y in m Stufen $y_1 \dots y_m$, die Variablenwerte z in n Stufen 60 $z_1 \dots z_n$ quantisiert seien und das $l \leq m \leq n$. Dann ist, falls $1 \neq m \neq n$, n die höchste vorkommende Stufenzahl. Überdies werde der Einfachheit halber angenommen, daß $n+2=2^k$ eine Potenz von 2 sei, was aber nicht notwendig ist.

In Fig. 3 ist 21 ein Taktgenerator TG, der eine Wechselspannung der Frequenz f mit der Periode T=1/f liefert. **22** ist ein Impulsgenerator PG, der annähernd rechteckförmige Impulse der Frequenz

beiden Generatoren 21 und 22 sind miteinander synchronisiert, und ihre Frequenzen haben eine solche Phasenlage zueinander, daß eine Impulsspitze aus 22 mit einem Maximum aus 21 zusammenfällt. 23 ist ein elektronischer Zähler, der mit Hauptzähler HZ bezeichnet werden möge. Dieser Zähler kann z.B. ein Binärzähler sein, der aus $k=2\log(n+2)$ hintereinandergeschalteten Flip-Flop-Kreisen besteht. Er kann aber auch aus hintereinandergeschalteten Stromtoren (Thyrathron) oder aus Zählröhren bestehen. Der Hauptzähler 23 zählt unaufhörlich und periodisch die von 22 gelieferten Impulse bis zum (n+2). Impuls. Beim (n+3). Impuls, der gleich dem ersten Impuls der nächsten Abfrageperiode T ist, beginnt er von neuem zu zählen. Es werden zwei Zählschritte mehr benötigt, als die höchste Quantenzahl n beträgt, worauf später noch eingegangen wird. 24 ist ein elektronischer Dekoder DC - im vorliegenden Falle speziell ein Binär-Ternär-Umsetzer —, welcher drei Ausgangsklemmen hat, an denen nacheinander dann und nur dann, wenn der n., (n+1)., (n+2). Impuls gezählt wird, je ein Impuls erscheint bzw. eine Potentialänderung stattfindet. Dieser Umsetzer dient zur Ablesung bzw. Anzeige der Zählergebnisse welche jedoch nur auf drei Zahlen beschränkt sind. Die Anzeigeklemmen für die übrigen Zählschritte 1 ... n-1 werden nicht benötigt und sind daher fortgelassen.

25, 25', 25" sind drei Signalgeneratoren, welche die drei stetig veränderlichen Farbmeßwerte x, y, z liefern. 26, 26', 26" sind drei synchron und konphas arbeitende Abtaster, z.B. rotierende oder elektronische Schalter, die durch den Taktgenerator 21 synchronisiert werden und die Farbmeßwerte x, y, z kurzzeitig impulsweise und periodisch mit der Frequenz f abfragen. Hierdurch werden in periodischen Zeitabständen T die zu den Zeitpunkten 0, T, 2T ... angetroffenen diskreten Momentanwerte der Variablen x, y, z ermittelt. Unter diesen diskreten Momentanwerten können noch alle möglichen Werte vorkommen. 27, 27', 27" sind drei Pulslängenmodulatoren PLM, durch welche die amplitudenmodulierten Abfrageimpulse konstanter Länge in zeitmodulierte Impulse konstanter Amplitude umgewandelt werden, deren Länge (Zeitdauer) der Amplitude der Abfrageimpulse proportional ist. Der Proportionalitätsfaktor ist dabei so gewählt, daß die größte vorkommende Abfrageimpulsamplitude einer Zeitdauer $n_{\overline{\tau}}$ von n Zählimpulsperioden des längemodulierten Impulses entspricht. Ein solcher Pulslängenmodulator besteht im wesentlichen aus einem Kondensator, der durch den Abfrageimpuls auf eine dessen Amplitude proportionale Spannung rasch aufgeladen und sofort wieder über einen Widerstand langsam bis zu einer gleichbleibenden Restspannung entladen wird. Zur Linearisierung der dabei entstehenden Sägezahnspannung wird durch eine Pentode für konstanten Entladestrom gesorgt. Die längste Entladezeit entspricht dabei der größten Impulsamplitude und Beträgt nr. Die jeweilige Entladezeit, bis die veränderliche Kondensatorspannung auf die konstante Restspannung abgesunken ist, ist der jeweiligen Aufladespannung, also der Impulsamplitude, proportional. Die so erhaltene veränderliche Sägezahnspannung wird sodann mittels eines Höchstwertbegrenzers bis auf die Restspannung beschnitten, wodurch die zeitmodulierten Impulse konstanter Amplitude gewonnen werden.

Durch die einzelnen Proben, die dem stetigen Signal in periodischen Zeitabständen entnommen (n+2)f mit der Periode $\tau=1/(n+2)f$ liefert. Die 70 werden, geht an Informationsinhalt nichts verloren. Nach dem Abtasttheorem der Nachrichtentechnik kann nämlich ein stetiges Signal vollständig, d. h. ohne Informationsverlust, durch einzelne diskrete Momentanwerte, die periodisch abgefragt werden, ersetzt werden, vorausgesetzt, daß die Abfragefrequenz mindestens doppelt so groß wie die höchste vorkommende Signalfrequenz ist.

Die höchste Bildpunktfrequenz bei der Abtastung der farbigen Originalbildvorlage oder der photographischen Farbauszüge beträgt etwa 1000 Hz. Werden 10 entsprechend dem Abtasttheorem die stetigen Farbinformationssignale mit 2000 Hz abgefragt, so wird durch die Gesamtheit der diskreten Momentanwerte

das stetige Signal vollständig dargestellt.

Der nächste Schritt ist die Quantisierung der 15 Signalmomentanwerte, welche noch alle möglichen Werte annehmen können. Die zeitmodulierten Impulse öffnen für ihre jeweilige Zeitlänge die Tore T28, 28', velche eine dieser Zeitdauer proportionale Anzahl von Zählimpulsen aus 22 durchlassen. Da 20 die Tore 28, 28', 28" nur eine ganze Anzahl von Impulsen durchlassen können, wird jeder abgefragte Signalwert durch den ihm am nächsten kommenden ganzzahligen Wert ersetzt. Die Quantisierung hat eine Verfälschung der Signalmomentanwerte zur Folge, 25 welche in der Nachrichtentechnik als Quantisierungsverzerrung oder Quantisierungsgeräusch bekannt ist. Je größer die Quantenzahl ist, um so kleiner ist der Fehler, der dadurch begangen wird, daß der Abfragewert durch einen ganzzahligen Wert ersetzt wird, der 30 sich um weniger als eine Einheit von dem Abfragewert unterscheidet. Die von den Toren 28, 28', 28" durchgelassenen Zählimpulse werden in den Koordinatenzählern KZ **29, 29', 29"** für die Variablen x, y, zgezählt. Innerhalb einer Abfrageperiode T bleiben 35 diese Zähler bei den jeweiligen Zählergebnissen, welche $\leq n$ sind, stehen und geben die Zählergebnisse an die Dekoder DC oder Umsetzer 30, 30', 30" weiter, welche die Zählergebnisse in der Weise anzeigen, daß an einer und nur einer der Klemmen 40 $x_1 ldots x_l, y_1 ldots y_m, z_1 ldots z_n$ Spannung bzw. ein verändertes Γ tential entsteht und so lange anhält, bis die Zähler durch einen Impuls gelöscht werden. In jeder der Ausgangsleitungen der Dekoder 30, 30', 30" liegen noch die Tore T $\mathbf{31}_1 \dots \mathbf{31}_l$, $\mathbf{31}_1' \dots \mathbf{31}_m'$, 45 $\mathbf{31}_1'' \dots \mathbf{31}_n''$, welche die Spannungen von den Ausgangsklemmen im allgemeinen fernhalten und nur während des (n+1). Zählschrittes durch einen von 24 ausgehenden Impuls freigeben. Während des (n+2). Zählschrittes werden die Koordinatenzähler 29, 29', 50 29" durch einen von 24 ausgehenden Impuls gelöscht. Beim (n+3). Zählschritt, der gleich dem ersten Zählschritt des neuen Zyklus ist, beginnen die Koordinatenzähler wieder von neuem zu zählen. Die Ausgänge der Koordinatendekoder 30, 30', 30" sind an die 55 Koinzidenzschalter 5 (Fig. 1, 2) in den einzelnen Matrixebenen angeschlossen.

Die beschriebene Abfrage- und Quantisierungseinrichtung ist von der Pulsmodulation her bekannt. Ihre Zweck, wenn es sich um eine mäßige Anzahl von Quantisierungsstufen handelt, die etwa 50 nicht übersteigt. Die benötigte Impulsfrequenz beträgt in diesem Falle $50 \cdot 2000 \text{ Hz} = 100\,000 \text{ Hz}$. Diese Impulsanzahl Flip-Flop-Stufen unter Verwendung von niederfrequenten Transistoren aufgebaut sind, gerade noch gezählt werden.

Fig. 4 zeigt in einem Blockschaltbild ein Ausführungsbeispiel für die Vorrichtungen 6, 7, 8 in Fig. 1. 70 fünf Impulsperioden τ. Diese Pulslängenmodulation

 $u_1 \ldots u_p$, $v_1 \ldots v_q$, $w_1 \ldots w_r$ sind die Eingänge zu diesen Vorrichtungen, welche mit den Matrixschaltern 5 der Matrix 4 (Fig. 1, 2) entsprechend den gewünschten Funktionen verbunden sind. $32_1 \dots 32_n$ sind p elektronische Schalter für die u-Eingänge, $\mathbf{32_1'} \dots \mathbf{32_q'}$ sind q elektronische Schalter für die v-Eingänge und $\mathbf{32_1''} \dots \mathbf{32_r''}$ sind r elektronische Schalter für die w-Eingänge. Die Ausgänge der u-Schalter 32, der v-Schalter 32' und der w-Schalter 32" sind jeweils unter sich parallel geschaltet und an die Ausgangsklemmen u, v, w geführt. $33_1 \dots 33_p$ sind p Spannungsquellen, welche die diskreten Spannungen $U_1 \dots U_p$ an den u-Ausgang der Schaltungsanordnung $\mathbf{6}$ (Fig. 1) liefern, $\mathbf{33_1} \dots \mathbf{33_q}'$ sind q Spannungsquellen, welche die diskreten Spannungen $V_1 \dots V_q$ an den v-Ausgang der Schaltungsanordnung $\mathbf{7}$ liefern, und $\mathbf{33_1}'' \dots \mathbf{33_r}''$ sind r Spannungsquellen, welche die diskreten Spannungen $W_1 \dots W_r$ an den w-Ausgang der Schaltungsanordnung $\mathbf{8}$ liefern, Alle Schalter gang der Schaltungsanordnung 8 liefern. Alle Schalter 32 werden in doppelter Weise gesteuert. Durch den n. Impuls aus 24 werden alle Schalter 32 geöffnet, so daß die bis dahin an den Ausgangsklemmen u, v, w liegenden diskreten Spannungen U, V, W von diesen Klemmen abgeschaltet werden.

Durch den (n+1). Impuls aus 24 werden alle Tore 31, 31', 31" in den Áusgangsleitungen der Dekoder 30, 30', 30" für die Dauer dieses Impulses geöffnet und geben die drei gerade anliegenden Koordinatenspannungen für die Matrix 4 impulsweise frei, so daß für den angesprochenen Matrixschalter 5 die Sowohl-alsauch-als-auch-Bedingung erfüllt ist. Der betätigte Matrixschalter 5 gibt in diesem Falle gleichzeitig einen Impuls an die drei mit ihm verbundenen Eingänge u, v, w ab, wodurch die zugehörigen Schalter 32, 32', 32'' geschlossen werden und geschlossen bleiben und die zugehörigen Spannungen U, V, W an die Ausgänge u, v, w freigegeben. Die zugehörigen Schalter bleiben fast die ganze nächste Abfrageperiode lang geschlossen, und zwar bis zum n. Impuls der nächsten Abfrageperiode, welcher diese Schalter wieder öffnet. Die betreffenden Schalter 32 bleiben demnach (n+1) Impulsperioden lang geschlossen. Die Ausgangsspannungen U, V, W werden aus dem Grunde nicht impulsweise freigegeben, sondern fast eine ganze Abfrageperiode lang festgehalten, damit sie genügend Zeit haben, die Schreiblampen zur Aufzeichnung der korrigierten photographischen Farbauszüge zu steuern, wobei eine Mindestbelichtungszeit mit Rücksicht auf eine ausreichende Schwärzung der korrigierten Farbauszugsplatten nicht unterschritten werden darf.

Fig. 5 zeigt in einem Diagramm den Zeitplan für die eben beschriebenen Vorgänge. In diesem Diagramm ist der zeitliche Verlauf der einzelnen Vorgänge während zweier aufeinanderfolgender Abfrageperioden T dargestellt. Die höchste vorkommende Quantenzahl beträgt in diesem Beispielsfalle n=14und die Impulszahl n+2=16=24. In Fig. 5a ist der Abfragewert zu Beginn der ersten Abfrageperiode un-Anwendung empfiehlt sich für den hier vorliegenden 60 gefähr gleich 7, zu Beginn der zweiten Abfrageperiode ungefähr gleich 5 Spannungseinheiten. Der Sägezahnvorgang bei der langsamen Entladung des Kondensators, der durch den Abfragemomentanwert aufgeladen wurde, ist durch die schräg gestrichelt gezeichneten pro Sekunde kann durch elektronische Zähler, die aus 65 Linien angedeutet. Der Entladevorgang bis zur Erreichung der Kondensatorrestspannung erfordert bei dem Signalmomentanwert der ersten Abtastperiode demnach ungefähr sieben und bei dem Abfragemomentanwert der zweiten Abtastperiode ungefähr

PLM ist in Fig. 5b dargestellt, in der die Höhe der schraffiert gezeichneten Impulse die Kondensatorrestspannung und die Länge die Anzahl der Impulsperioden andeutet. In Fig. 5c sind die Impulse aus dem Impulsgenerator 22 durch kurze Striche angedeutet, welche durch den Hauptzähler 23 periodisch von 1 bis 16 gezählt werden. In Fig. 5d sind die von den Toren 28 für die Zeitdauer der längenmodulierten Impulse nach Fig. 5b durchgelassenen Impulse durch sieben zahlen werden durch die Koordinatenzähler 29 gezählt, welche bei dem jeweiligen Zählergebnis stehenbleiben und durch den 16. Impuls auf 24 wieder gelöscht werden, so daß sie den 17. Impuls wieder mit 1 zu zählen beginnen. In Fig. 5e sind die Zeitverhält- 15 nisse bei der Sperrung und der Freigabe der durch die Matrixschalter 5 ausgelösten u-, v-, w-Werte wiedergegeben. Durch den 14. Impuls wird der aus der vorhergehenden Abfrageperiode noch anliegende Funktionswert abgeschaltet. Durch den 15. Impuls wird der 20 neue Funktionswert kurz vor Ablauf der ersten Abfrageperiode freigegeben und bleibt 15 Impulsperioden lang, also fast die ganze nächste Abfrageperiode, eingeschaltet. Durch den 14. Impuls der zweiten Abfrageperiode wird dieser Funktionswert wieder ab- 25 geschaltet, um beim 15. Impuls einem neuen Funktionswert Platz zu machen.

Bei einer größeren Anzahl von Quantisierungsstufen, welche etwa 50 übersteigt, kommt man eventuell mit der Impulszählung in Schwierigkeiten, wenn 30 man für die Flip-Flop-Binär-Zähler niederfrequente Transistoren als Bauelemente verwendet. Bei 64 bis 128 Quantenstufen käme man auf Impulsfrequenzen von 128 bzw. 256 kHz, zu deren Zählung man die teueren Hochfrequenztransistoren oder Röhren ver- 35 wenden müßte. Es empfiehlt sich in diesem Falle, die ganzzahligen Signalquanten nicht mehr durch ihren Quantenzahlen entsprechende Impulszahlen darzustellen, sondern die Quantenzahlen zu kodieren, z. B. mittels eines Binärkodes, wie dies von der Fern- 40 schreibtechnik und der Pulskodemodulation PCM her bekannt ist. Die Quantenzahlen werden dabei durch kurze Folgen von Impulsen dargestellt, deren Stellungen innerhalb einer Impulsfolgepeniode immer dieselben sind und welche durch ihr Vorhandensein 45 und ihre Abwesenheit den ganzzahligen Amplitudenwert charakterisieren. Die Wirkung ist ähnlich wie beim Fernschreiber, mit dem Unterschied, daß bei diesem Buchstaben, Ziffern und Zeichen kodiert werden. Die Darstellung ganzer Zahlen durch binäre 50 Impulskombinationen entspricht der Darstellung ganzer Zahlen bei der binären (auch dualen oder dyadischen) Schreibweise, wenn man etwa die Abwesenheit eines Impulses durch die Ziffer 0 und die Anwesenheit durch die Ziffer 1 bezeichnet. Mit allen 55 überhaupt nur möglichen Kombinationen aus k Impulsen und Impulslücken kann man genau 2k verschiedene ganze aufeinanderfolgende Zahlen ausdrücken, z.B. mit fünf Impulsen 25=32, mit sieben Impulsen $2^7 = 128$ Zahlen.

In Fig. 6 ist ein Ausführungsbeispiel für die Vorrichtungen 1, 2, 3 nach Fig. 1 unter Verwendung einer sich an die Quantisierung anschließenden Kodierung dargestellt. 21 ist wieder ein Taktgenerator von der Frequenz f und 22 ein Impulsgenerator von der 65 Frequenz (k+2)f, die miteinander synchronisiert sind. Die höchste vorkommende Quantenzahl möge 2^k sein, wobei k die Basis des Binärkodes ist. Zur Darstellung der 2k verschiedenen Quantenstufen sind

lich. Der Zähler 23 brauchte infolgedessen anstatt 2k nur höchstens k Impulse zu zählen. Indessen werden auch hier, ähnlich wie in der Schaltung nach Fig. 3, zwei weitere Impulse pro Abfrageperiode für Schaltzwecke benötigt, so daß die Frequenz des Impulsgenerators (k+2)f betragen und der Zähler 23 von 1 bis k+2 zählen muß. Im Beispielsfalle werde überdies angenommen, daß k=3, also $2^k=2^3=8$ Quantenstufen vorliegen. Dementsprechend ist k+2=5, und die bebzw. fünf kurze Striche angedeutet. Diese Impulsan- 10 nötigte Impulsfrequenz beträgt nur das Fünffache der Abfragefrequenz f im Gegensatz zu dem Beispiel nach Fig. 3, wo für acht Quantenstufen eine zehnfache Impulsfrequenz benötigt würde. Der Dekoder 24 hat wieder drei Ausgänge und zeigt nur den k., (k+1). und (k+2). Zählschritt an. 25, 25', 25" sind wieder die drei Signalgeneratoren, welche die zu korrigie-

renden stetigen Farbinformationen x, y, z liefern. 26, 26', 26" sind ebenfalls wieder drei synchron und konphas arbeitende Abtaster, z. B. rotierende oder elektronische Schalter, die durch den Taktgenerator 21 synchronisiert werden und die Farbmeßwertsignale x, y, z kurzzeitig impulsweise und periodisch mit der Frequenz f abfragen. **34**, **34**', **34**" sind drei Haltekreise in Form von drei Kondensatoren, welche die abgefragten Signalmomentanwerte fast die ganze Abtastperiode über speichern. Durch den k. Impuls aus 24 werden die Kondensatoren 34 wieder entladen. 35, 35', 35" sind drei Quantisier- und Kodiervorrichtungen, z.B. in Form von Kodierröhren, auf deren Beschaffenheit später noch eingegangen wird. 36 ist ein Sägezahngenerator, welcher die periodischen horizontalen Ablenkspannungen für die Kodierröhren 35 liefert. Der Sägezahngenerator 36 wird durch den Taktgenerator 21 synchronisiert und durch den k. Impuls aus 24 zum Zurückkippen veranlaßt. Da die Form der aus den Kodierröhren 35 stammenden Impulse für ihre spätere Verwendung unbrauchbar ist, muß die Impulsform erst in eine normierte Impulsform umgewandelt werden. Besteht nämlich zwischen zwei Impulsen einer Impulskombination eine Lücke, so geht der Impuls auf Null zurück, folgen aber zwei Impulse ohne Lücke aufeinander, so gehen die einzelnen Impulse nicht ganz auf Null zurück. Daher werden mittels der Amplitudenfilter (Höchst- und Tiefstwertbegrenzer) 37, 37', 37" flache Scheiben in der Nähe der Nullinie aus den Impulsen herausgeschnitten. Dies hat zur Folge, daß die Scheiben unterbrochen sind, wenn zwischen zwei Impulsen eine Lücke besteht, daß hingegen die Scheiben zusammenhängend sind, wenn zwei oder mehrere Impulse ohne Lücken aufeinanderfolgen. In den Verstärkern 38, 38', 38" werden die Scheibenimpulse verstärkt. Die verstärkten Scheibenimpulse steuern die Tore 39, 39', 39", welche aus 22 eine der der Zeitdauer der Scheibenimpulse proportionale Anzahl Impulse von genau definierter Form und Lage durchlassen. Die Umformung der aus den Kodierröhren stammenden Impulse in die Scheibenimpulse stellt eine kombinierte Pulslängen- und Pulslagemodulation dar. 40, 40', 40" sind drei synchron und konphas arbeitende, rotierende oder elektronische Mehrfachschalter - im Beispielsfalle wegen des Dreierkodes Dreifachschalter -, welche durch den Taktgenerator 21 synchronisiert werden. Durch die Schalter 40 werden die einzelnen, zeitlich aufeinanderfolgenden Impulse der von den Toren 39 pro Abfrageperiode durchgelasenen Impulsfolgen räumlich auf k Leitungen verteilt. Im Beispielsfalle sind dies wegen des Dreierkodes drei Leitungen. In diesen Leitungen dann alle möglichen Impulskombinationen erforder- 70 liegen die Flip-Flop-Kreise 41, 41, 41, 41, 41, 41,

 $\mathbf{41_3}'; \ \mathbf{41_1}'', \ \mathbf{41_2}'', \ \mathbf{41_3}''$. Bei jedem Impuls, der diesen Flip-Flop-Kreisen zugeführt wird, kippen sie aus dem einen Zustand in den anderen Zustand ihrer beiden möglichen Zustände um. Durch die wechselnden Zustandskonstellationen der Flip-Flop-Gruppen 41, 41', 41" sind die Impulskombinationen am Ende jeder Abfrageperiode eindeutig charakterisiert. In den Dekodern oder Umsetzern 42, 42', 42" für die Signale x, y, z werden die jeweils anliegenden Impulskombinationen dekodiert und zur Anzeige gebracht. Dies ge- 10 schieht in der Weise, daß an einer und nur einer der den einzelnen Impulskombinationen zugeordneten Ausgangsklemmen $x_1, x_2 \dots x_2 k$; $y_1, y_2 \dots y_2 k$; $z_1, z_2 \dots z_2 k$ dann und nur dann Spannung bzw. ein verändertes Potential auftritt, wenn die zugeordnete 15 Impulskombination vorliegt. Am Ende jeder Abfrageperiode werden die Flip-Flop-Kreise 41 durch den (k+2). Impuls — im Beispielsfalle den fünften Impuls — aus 24 in den Nullzustand gebracht, der als einer der beiden möglichen Zustände definiert werden kann. 20 In den Ausgangsleitungen der Dekoder 42, 42', 42" liegen noch die Tore $43_1 \dots 43_2 k$; $43_1' \dots 43_2' k$; 43,"...43,"k. Diese geben die Anzeigespannungen nur während des $(\bar{k}+1)$. Impulses aus 24 impulsweise an die Ausgangsklemmen frei und an die 25 die Quantisierung und Kodierung gleichzeitig vor-Matrixschalter 5 (Fig. 1) weiter. Das beschriebene Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 ist von der Pulscodemodulation PCM her bekannt. Die Vorrichtungen 6, 7,8 (Fig. 1) sind bei Verwendung der eben beschriebenen Ausführungsform für die Vorrichtungen 30 1, 2, 3 (Fig. 1) dieselben wie die in Fig. 4 dargestellten.

Fig. 7 zeigt in einem Diagramm den Zeitplan für die eben beschriebenen Vorgänge der Quantisierung und Kodierung nach Fig. 6. In diesem Diagramm ist 35 wieder der zeitliche Ablauf der einzelnen Vorgänge während zweier aufeinanderfolgender Abfrageperioden Tdargestellt. Die höchste vorkommende Ouantenzahl beträgt diesem Beispielsfalle in $2^{k}=2^{3}=8$ und die Impulszahl k+2=5. In Fig. 7a ist 40 der Abfragemomentanwert zu Beginn der ersten Abfrageperiode ungefähr gleich fünf und zu Beginn der zweiten Abfrageperiode ungefähr gleich drei Spannungseinheiten. Fig. 7b zeigt die beiden entsprechenden Kondensatorspannungen des Haltekreises, welche 45 je drei Impulsperioden lang gespeichert werden. In Fig. 7c ist der zeitliche Verlauf der Sägezahnspannung für die horizontale Ablenkung des Kathodenstrahls der Kodierröhre angedeutet. Die Sägezahnspannung kippt in jeder Abfrageperiode nach der je- 50 weils dritten Impulsperiode auf Null zurück. In Fig. 7d ist die Form der Impulse der von der Lochplatte der Kodierröhre gelieferten Impulsfolgen dar-

Gemäß den im Beispielsfalle angenommenen Quan- 55 tenzahlen 5 und 3 wird die Zahl 5 nach dem Binärkode durch die Kombination 1-0-1, die Zahl 3 durch die Kombination 1-1-0 dargestellt, wenn mit dem Symbol 1 die Anwesenheit und mit dem Symbol 0 die Abwesenheit eines Impulses bezeichnet wird. In 60 Fig. 7d geht bei der von der Kodierröhre gelieferten Impulsform die Spannung in der Lücke zwischen dem ersten und dritten Impuls der ersten Abfrageperiode auf Null zurück, jedoch zwischen den beiden ohne Lücke aufeinanderfolgenden Impulsen der zweiten 65 Abfrageperiode nur auf etwa die Hälfte der Impulsamplitude. Fig. 7e zeigt die durch die Amplitudenfilter 37 in der Nähe der Nullinie herausgeschnittenen flachen Impulsscheiben, welche unterbrochen sind,

welche zusammenhängend sind, wenn zwei Impulse. ohne Lücke aufeinanderfolgen. Durch ihre Lage und Länge kennzeichnen diese Scheibenimpulse eindeutig die betreffende Impulskombination.

In Fig. 7f sind die vom Impulsgenerator 22 gelieferten rechteckigförmigen Impulse dargestellt. Fig. 7g zeigt die von den Toren 39, welche durch die längenund lagemodulierten Impulse nach Fig. 7e geöffnet werden, durchgelassenen Impulskombinationen. Die Impulse dieser Kombinationen sind nach Form und Lage genau definiert. In Fig. 7h sind die Zeitverhältnisse bei der Sperrung und Freigabe der durch die Matrixschalter 5 (Fig. 1) ausgelösten u, v, w,-Werte wiedergegeben. Durch den dritten Impuls wird der aus der vorhergehenden Abfrageperiode noch anliegende Funktionswert abgeschaltet. Durch den vierten Impuls wird der neue Funktionswert kurz vor Ablauf der ersten Abfrageperiode freigegeben und bleibt vier Impulsperioden lang, also fast die ganze nächste Abfrageperiode, eingeschaltet. Durch den dritten Impuls der zweiten Abfrageperiode wird dieser Funktionswert wieder abgeschaltet, um beim vierten Impuls einem neuen Funktionswert Platz zu machen.

Fig. 8 zeigt eine bekannte Kodierröhre, in welcher genommen wird. Die Röhre besteht im wesentlichen aus der Kathode 44, dem Plattenpaar 45 für die vertikale Ablenkung, dem Plattenpaar 46 für die horizontale Ablenkung des Kathodenstrahls, dem Fanggitter 47, dem Quantisierungsgitter 48, der Lochplatte 49 für die Kodierung und der Anode oder Auffangplatte 50. Auf der Lochplatte 49 sind die binären Kombinationen durch ausgestanzte Löcher und Zwischenräume dargestellt. Die abgefragten Signalspannungen, die durch die Haltekreise 34 festgehalten werden, werden an die Platten 45 angelegt, wodurch der Kathodenstrahl aufwärts links des durchlöcherten Teiles der Lochplatte abgelenkt wird, und zwar um eine Strecke, die der angelegten Spannung proportional ist. Sodann wird der Strahl mit Hilfe des Quantisierungsgitters 48 genau in die Lochreihe geführt, die der abgelenkten Stellung des Kathodenstrahls am nächsten liegt. Nach der Quantisierung wird der Kathodenstrahl, der jetzt genau in Höhe eines Drahtes des Quantisierungsgitters 48 liegt, durch eine aus dem Sägezahngenerator 36 stammende Spannung, die an die Platten 46 gelegt wird, horizontal abgelenkt. Hierauf wird der Strahl durch eine Dunkelsteuerung unwirksam gemacht und in seine Ausgangsstellung links der Lochreihen zurückgekippt. Gleichzeitig wird der Kondensator des Haltekreises 34 entladen, wodurch der Strahl vertikal abwärts in seine Nullage gekippt wird. Während der horizontalen Ablenkung über eine Lochreihe gehen durch die Löcher der Lochplatte Elektronen hindurch, die von der Anode 50 aufgefangen werden und eine binäre Impulskombination liefern. Da unter den abgefragten Signalspannungen noch alle Werte vorkommen können, und da der Kathodenstrahl einen endlichen Querschnitt hat, kann es sich ereignen, daß der Strahl zwischen zwei Lochreihen der Lochplatte auftrifft und auf diese Weise beide Lochreihen gleichzeitig abtastet, wodurch keine eindeutige Impulskombination ausgelöst würde. Wenn der Elektronenstrahl auf einen Draht des Quantisierungsgitters 48 trifft, so werden aus ihm Sekundärelektronen herausgeschlagen und durch das Fanggitter 47 abgesaugt. Der Gitterstrom ist größer, wenn die Strahlmitte direkt auf den Draht trifft, und kleiner, wenn die Strahlmitte zwiwenn zwischen zwei Impulsen eine Lücke ist, und 70 schen zwei benachbarten Drähten liegt. Die Gitterströme aus 48 werden auf den Ablenkverstärker für die vertikale Strahlablenkung zurückgekoppelt, was zur Folge hat, daß der Elektronenstrahl von den Gitterdrähten festgehalten wird, und nur die Ablenkbahnen längs dieser Gitterdrähte stabil sind. Alle abgefragten Signalspannungen, die sich um weniger als eine Einheit von einer Quantenstufe unterscheiden, werden auf diese Weise in diese Quantenspannung übergeführt und geben zu einer Impulskombination Anlaß, die dieser Quantenstufe zugeordnet ist.

In Fig. 9 ist die Lochplatte 49 der Kodierröhre nach Fig. 8 gesondert dargestellt. Im Beispielsfalle wird wieder angenommen, daß die Signalwerte in acht Stufen quantisiert sind und dementsprechend ein Dreierbinärkode verwendet wird. Die erste Lochspalte 15 der Lochplatte besteht aus vier, die zweite aus zwei Löchern und die dritte aus einem Loch, wobei die Löcher jeder folgenden Spalte immer doppelt so hoch sind wie die der vorhergehenden. Die vertikale Ablenkbahn des Kathodenstrahls links der ersten Loch- 20 spalte ist durch die vertikale gestrichelte Linie und die stabilen horizontalen quantisierten Ablenkbahnen des Kathodenstrahls sowie die Drähte des Quantisierungsgitters 48 sind durch die horizontalen gestrichelten Linien dargestellt. Durch die besondere Anord- 25 nung der Lochblenden werden bei der Abtastung der Lochreihen durch den Kathodenstrahl die acht möglichen Impulskombinationen des Binärkodes gewonnen. Für höhere Quantenzahlen hat die Lochplatte entsprechend mehr Lochspalten und Lochreihen. Zur 30 binaren Darstellung von 2k Quantenstufen sind genau k Lochspalten und 2k Lochreihen erforderlich.

In Fig. 10 ist ein bekanntes Ausführungsbeispiel für die elektronischen Abfrageschalter 26 nach Fig. 3 und 6 dargestellt. An den Klemmen 51 des Übertra- 35 gers 52, dessen Sekundärseite durch den Kondensator 53 als Resonanzkreis ausgebildet ist, liegt die Abfragefrequenz f des Taktgenerators 21. An den Klemmen 54 und am Widerstand 55, der mit dem Sekundärkreis von 52 in Reihe geschaltet ist, liegt die 40 Impulsfrequenz (n+2)f aus dem Impulsgenerator 22. Durch die Diode 56, welche durch die Batterie 57 mit einer Spannung vorgespannt ist, die gleich der Amplitude der Taktfrequenz f ist, werden die negativen Halbwellen der mit der Impulsfreqenz überlagerten 45 Taktfrequenz unterdrückt. Aus den Zählimpulsen der Frequenz (n+2)f hebt die Taktfrequenz f jeden (n+2). Impuls heraus, der mit einem Maximum von f zusammenfällt und über die vorgespannte Diode 56 abgetrennt wird. Der abgetrennte Impuls öffnet über 50 den Impulstransformator 58 zwei weitere, mittels der Batterien 59 und 60 vorgespannte Dioden 61 und 62 und gibt für die Impulsdauer das bei 63 angelegte abzufragende Signal frei. Der abgetastete Signalmomentanwert erscheint am Widerstand 64 an den 55 Klemmen 65.

Fig. 11 zeigt ein bekanntes Ausführungsbeispiel für die Matrixschalter 5 nach Fig. 1. Diese Matrixschalter stellen Koinzidenzschalter dar, welche nur ansprechen, wenn die Sowohl-als-auch-als-auch-Bedingung erfüllt ist. x, y, z ist je ein Koordinatenausgang der Vorrichtungen 1, 2, 3 nach Fig. 1. Diese Ausgänge führen über je eine Koordinatenleitung über die Dioden 66, 67, 68 an den Widerstand 69, dessen Ende 70 positives Potential führt. Hat einer oder 65 haben zwei oder alle drei Koordinatenausgänge x, y, z ein niedrigeres Potential als 70, so fließt ein Strom von 70 über 69 und eine oder zwei oder alle drei Dioden 66, 67, 68 nach den Klemmen x, y, z. Da der Widerstand des Widerstandes 69 sehr groß gegenüber 70

dem Durchlaßwiderstand der Dioden ist, so hat das andere Ende des Widerstandes am Punkt 71 praktisch das Potential der Klemmen x, y, z. Dann und nur dann, wenn sowohl die Klemme x als auch die Klemme y als auch die Klemme z durch drei ihnen zugeführte Impulse oder Spannungen ein ebenso hohes Potential wie im Punkte 70 annehmen, nimmt der Punkt 71 — der Ausgang des Koinzidenzschalters — das Potential von 70 an. Fig. 12 zeigt ein bekanntes Ausführungsbeispiel für die Binärzähler 23, 29 und die Dekoder 24, 30, 42. Ein Binärzähler besteht aus mehreren hintereinandergeschalteten Flip-Flop-Kreisen 72, 73, 74 in Form von bistabilen Multivibratorkreisen. Eine bistabile Kippstufe besteht im allgemeinen aus zwei Röhren oder zwei Transistoren in Jordan-Eccles-Schaltung. Die Anzahl der benötigten Flip-Flop-Kreise ist gleich der Basis k des Binärkodes — im Beispielsfalle drei —, womit 2^k Impulse gezählt werden können. Ein Flip-Flop-Kreis ist zwei verschiedener Zustände fähig: Die erste Röhre ist leitend, dann ist die zweite Röhre gesperrt; dieser Zustand möge mit dem Symbol 0 bezeichnet werden. Oder die erste Röhre ist gesperrt, dann ist die zweite Röhre leitend; dieser Zustand möge mit dem Symbol 1 bezeichnet werden. Im ersten Falle sinkt das Anodenpotential der ersten Röhre und das der zweiten Röhre steigt. Im zweiten Falle steigt das Anodenpotential der ersten Röhre und das der zweiten Röhre sinkt. Jeder positive Impuls, welcher dem Eingang der ersten Röhre zugeführt wird, veranlaßt den Kippkreis, aus dem einen Zustand in den anderen umzukippen und so lange umgekippt zu bleiben, bis der nächste Impuls eintrifft, der den Zustand wieder umkehrt. Bei der Reihenschaltung der Flip-Flop-Kreise steuert der Ausgang von 72 den Eingang von 73 und der Ausgang von 73 den Eingang von 74. Jedesmal, wenn die zweite Röhre der Flip-Flops 72, 73 oder 74 aus dem leitenden in den gesperrten Zustand übergeht, wird dem Eingang des nächsten Flip-Flops ein positiver Impuls zugeführt, welcher dessen Zustand in den anderen umkippt. Wenn aber die zweite Röhre der Flip-Flops 72, 73 oder 74 aus dem gesperrten in den leitenden Zustand übergeht, wird dem Eingang des nächsten Flip-Flops ein negativer Impuls zugeführt, welcher seinen Zustand nicht ändert. Ist die Zustandskonstellation der drei Flip-Flops 72, 73, 74 zu Beginn 000, wie in Fig. 12 gezeichnet, und werden nacheinander acht Impulse auf den Eingang Z von 72 gegeben, so nimmt der Zähler nacheinander die Zustandskonstellationen 100, 010, 110, 001, 101, 011, 111, 000. an. Das sind aber die dualen seitenverkehrten Schreibweisen der Oktalzahlen 1 bis 8. Der achte Impuls führt den Zähler wieder in den Zustand 000 zurück, welcher oktal mit 0 oder 8 notiert werden kann. Durch einen Löschimpuls auf alle Flip-Flops. welche parallel an die Löschleitung L angeschlossen sind, kann der Zähler jederzeit in den Zustand 000 gebracht werden.

Die Anoden der Flip-Flops sind an die Klemmenpaare 75, 76; 77, 78; 79, 80 geführt. Aus den Potentialkonstellationen dieser Klemmenpaare kann das jeweilige Zählergebnis abgelesen werden. Zur Anzeige des Zählergebnisses bzw. Entschlüsselung der binären Potentialkonstellationen dient die Diodenmatrix 81, welche im Beispielsfalle einen Dual-Oktal-Umsetzer darstellt. Die Ausgangsklemmen dieses Umsetzers sind mit 0 bis 7 numeriert. Die Wirkungsweise der Diodenmatrix ist ähnlich wie die des Diodenschalters nach Fig. 11. Von der Klemme 82, die das gleiche Potential wie die Klemmen 76, 78, 80 hat,

führen über acht parallel geschaltete Widerstände 83 acht Leitungen 84 zu den Ausgangsklemmen 0 bis 7. Jede dieser Leitungen ist über je drei Dioden 85 mit einer von beiden Klemmen der drei Klemmenpaare 75, 76; 77, 78; 79, 80 verbunden, und zwar auf alle 5 überhaupt nur möglichen Weisen, deren es genau acht gibt. Jede dieser Verbindungskombinationen entspricht einer und nur einer der acht möglichen verschiedenen Zustandskonstellationen der Flip-Flop-Kreise 72, 73, 74, welche neben den Ausgangsklem- 10 men 0 bis 7 in dualer Schreibweise notiert sind. Bei einer bestimmten Zustandskonstellation der Flip-Flops, die dem jeweiligen Zählergebnis entspricht, hat die zugeordnete Ausgangsklemme - im Beispielsfalle die Klemme 0 bzw. 8 — und nur diese, das Po- 15 tential von 82, während alle anderen Ausgangsklemmen das niedrigere Potential der Klemmen 75, 77, 79

Die Dekoder 42 nach Fig. 6 sind genau so beschaffen wie der eben beschriebene Dekoder nach Fig. 12. 20 Der einzige Unterschied gegenüber Fig. 12 besteht darin, daß die drei Flip-Flop-Kreise 72, 73, 74 nicht hintereinandergeschaltet sind, d. h. also nicht zählen, sondern daß ihre Eingänge einzeln und unabhängig voneinander an die Kontakte der Mehrfachschalter 40 25 aus Fig. 6 angeschlossen sind.

Anstatt Dioden können für die Schaltelemente der zweidimensionalen Umsetzer- bzw. Entschlüsselungsmatrix 81 nach Fig. 12 ebenso wie für die Koinzidenzschalter 5 der dreidimensionalen Matrix 4 nach Fig. 1 30 mit gleicher Wirkung auch magnetische Speicherringkerne verwendet werden.

PATENTANSPRUCHE:

35 1. Verfahren zur elektronischen Farbkorrektur für die Reproduktion farbiger Bildvorlagen, wobei nach Art der Bildtelegraphie eine farbige Vorlage selbst oder drei nach ihr hergestellte photographische Farbauszüge unmittelbar abgetastet wer- 40 den, dadurch gekennzeichnet, daß die drei stetig veränderlichen Farbmeßwerte x, y, z (z. B. Normfarbwerte nach DIN 5033) der farbigen Bildpunkte des zu reproduzierenden Originals durch je eine hinreichend große Anzahl verschie- 45 dener diskreter Werte ersetzt werden, daß die drei veränderlichen Farbdosierungen u, v, w (z. B. die relativen Rasterpunktgrößen bzw. Näpfchentiefen) für die farbigen Bildpunkte der Reproduktion, welche mit den Farbmeßwerten 50 x, y, z durch drei empirisch oder theoretisch ermittelte Funktionen u=b(x, y, z), v=r(x, y, z),w=g(x, y, z) zusammenhängen, ebenfalls durch je eine hinreichend große Anzahl diskreter Werte ersetzt werden, daß die durch proportionale elek- 55 trische Signale dargestellten Farbmeßwerte einem elektronischen Speicher entsprechend der Abtastgeschwindigkeit laufend zugeführt werden und daß die durch proportionale elektrische Signale dargestellten Farbdosierungen dem elektronischen 60 Speicher laufend entnommen werden in Zeitintervallen, die gleich oder kleiner sind als die Zeit, die zur Abtastung eines Bildpunktes benötigt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn- 65 zeichnet, daß die diskreten Farbmeßwerte x, y, z vor der Korrektur einer logarithmischen Kompression und die diskreten Farbdosierungswerte u, v, w nach der Korrektur einer antilogarithmischen Expansion unterzogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Durchführung verschiedener Korrekturaufgaben die elektronischen Speicher für die Wertevorräte der drei Farbkorrekturfunktionen b, r, g durch eine auswechselbare Zuordnungsverdrahtung geändert werden.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Farbmeßwert x, y, z ein elektronischer Kanal vorgesehen ist, dessen Eingang der durch proportionale elektrische Signale dargestellte zeitlich veränderliche Farbmeßwert entsprechend der Abtastgeschwindigkeit laufend zugeführt wird und welcher jeweils aus einem Schalter zur kurzzeitigen periodischen Abfrage der Signale, aus einer Quantisierungsvorrichtung für die Überführung der abgefragten diskreten Signalwerte in eine endliche Anzahl von Signalquanten und aus einem Umsetzer zur Anzeige der einzelnen Quantenzahlen besteht, welcher eine der Stufenzahl der Quantisierung gleiche Anzahl Ausgänge hat, von denen in jeder Abfrageperiode nur an demjenigen Ausgang eine Spannungsänderung auftritt, dessen zugeordnetes Signalquant bei der

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem elektronischen Kanal für die Farbmeßwerte x, y, z Mittel vorgesehen sind, die eine Kodierung der Signalquanten bewirken.

Abfrage vorliegt.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine dreidimensionale Matrix von mit jeweils drei Eingängen und einem Ausgang versehenen Koinzidenzschaltern vorgesehen ist, deren jeder eingangsseitig mit je einem der Ausgänge des x-, des y- und des z-Kanals verbunden ist und welcher ausgangsseitig dann und nur dann die aus den drei Kanälen in einer Abfrageperiode anliegenden Ausgangsspannungen durchschaltet, wenn diese alle drei gleichzeitig vorliegen.

7. Vorrichtung zur Durchführung des Ver-

fahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden der diskreten Farbdosierungswerte u, v, w ein Schalter und eine Spannungsquelle. deren Spannung dem betreffenden Farbdosierungswert proportional ist, vorgesehen ist, daß jeder Koinzidenzschalter der Matrix ausgangsseitig mit den drei Eingängen einer jeweils aus einem u-, einem v- und einem w-Schalter bestehenden Schaltergruppe entsprechend der funktionalen Zuordnung verbunden ist, daß alle u-, alle v- und alle w-Schalter ausgangsseitig jeweils unter sich an eine gemeinschaftliche Ausgangsleitung geschaltet sind und daß Steuermittel vorgesehen sind, die bewirken, daß diejenigen drei eine Gruppe bildenden u-, v- und w-Schalter, die in einer Abfrageperiode durch einen vom Ausgang eines Koinzidenzschalters abgegebenen Impuls geschlossen werden, die drei zugehörigen Farbdosierungsspannungen u, v, w so lange auf die gemeinschaftlichen Ausgangs-

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Taktgabe, zur Synchronisierung und zur Steuerung der einzelnen Schaltvorgänge in der elektrischen Anlage ein Taktgenerator und ein Impulsgenerator vorgesehen ist, welcher eine Impulsfrequenz liefert, die um so viele Male größer

leitungen freigeben, bis sämtliche u-, v- und w-

Schalter durch einen Steuerimpuls wieder geöffnet

20

als die vom Taktgenerator gelieferte Taktfrequenz ist, wie die höchste vorkommende Quantenstufenzahl bzw. Basiszahl des verwendeten Kodes beträgt, vermehrt um die in jeder Abfrageperiode für Schaltzwecke benötigte Anzahl von Steuersimpulsen, daß weiter ein Zähler vorgesehen ist, welcher periodisch die in einer Abfrageperiode vom Impulsgenerator gelieferten Impulse zählt, und daß ferner ein Umsetzer vorgesehen ist, welcher einzelne zur Steuerung von Schaltvorgängen 10 benötigte Teilzählergebnisse ausgangsseitig in Form je eines Impulses abgibt.

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch drei gleiche Kontaktleisten, an deren Kontakte die 15 Ausgänge sämtlicher Koinzidenzschalter der Matrix angeschlossen sind, durch eine u-, eine v- und eine w-Kontaktleiste, an deren Kontakte jeweils die Eingänge der u-, der v- und der w-Schalter angeschlossen sind, und durch einen Vorrat an 20 Kontaktleisten, in denen die verschiedenen Zuordnungen der Farbdosierungswerte u, v, w zu den Farbmeßwerten x, y, z entsprechend den verschiedenen Korrekturaufgaben durch entsprechende Verdrahtungen hergestellt sind, und mit deren 25 Hilfe die Kontakte der drei Kontaktleisten für die Koinzidenzschalterausgänge mit den zuzuordnen-

den Kontakten der u-, v- und w-Kontaktleisten verbunden werden.

10. Vorrichtung nach Anspruch 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur gleichzeitigen Quantisierung und Kodierung eine Kathodenstrahlröhre mit einem Fanggitter, einem Quantisierungsgitter und einer Kodelochplatte vorgesehen ist.

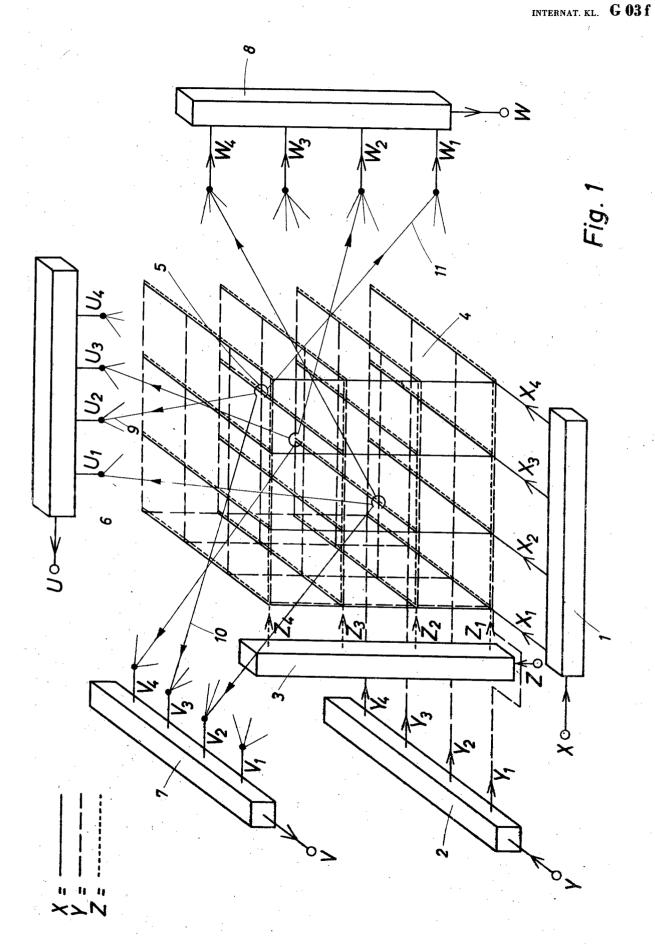
11. Vorrichtung nach Anspruch 4, 5 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Umsetzer zur Anzeige der einzelnen Quantenzahlen bzw. zur Entschlüsselung der kodierten Signalquanten eine zweidimensionale Diodenmatrix vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Koinzidenzschalter der Matrix jeweils aus drei Dioden bestehen.

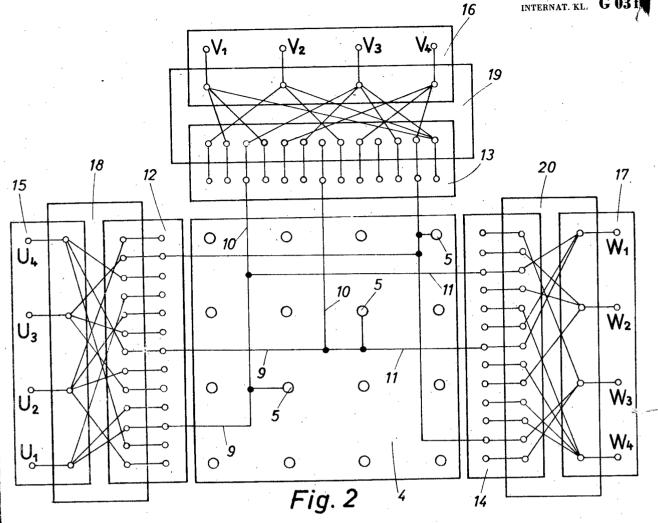
13. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel vorgesehen sind, die bewirken, daß die Signalquanten durch ihren Quantenzahlen entsprechende Impulsanzahlen dargestellt werden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 6 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Koinzidenzschalter der dreidimensionalen Matrix und die Schaltelemente der zweidimensionalen Umsetzer- bzw. Entschlüsselungsmatrix aus magnetischen Speicherringkernen bestehen.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen



INTERNAT. KL. G 03 f



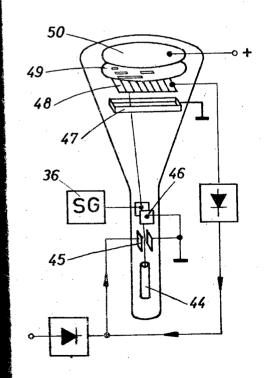


Fig. 8

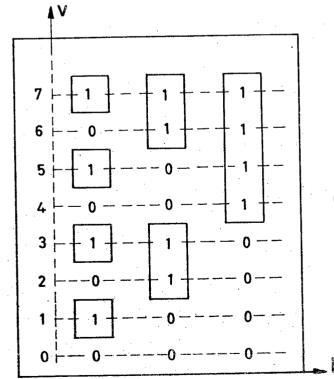
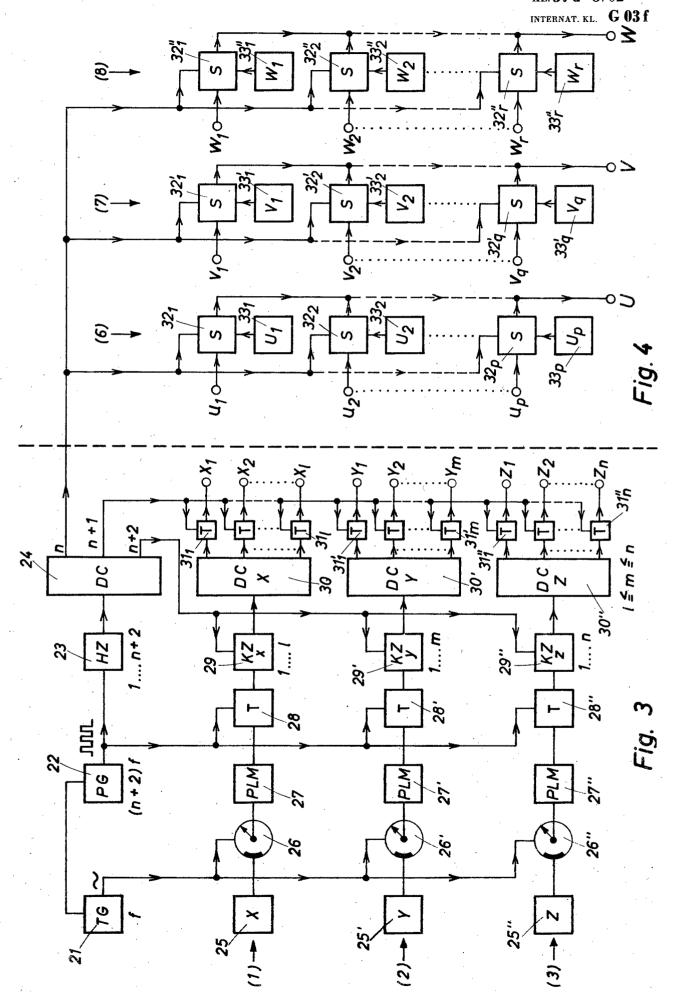
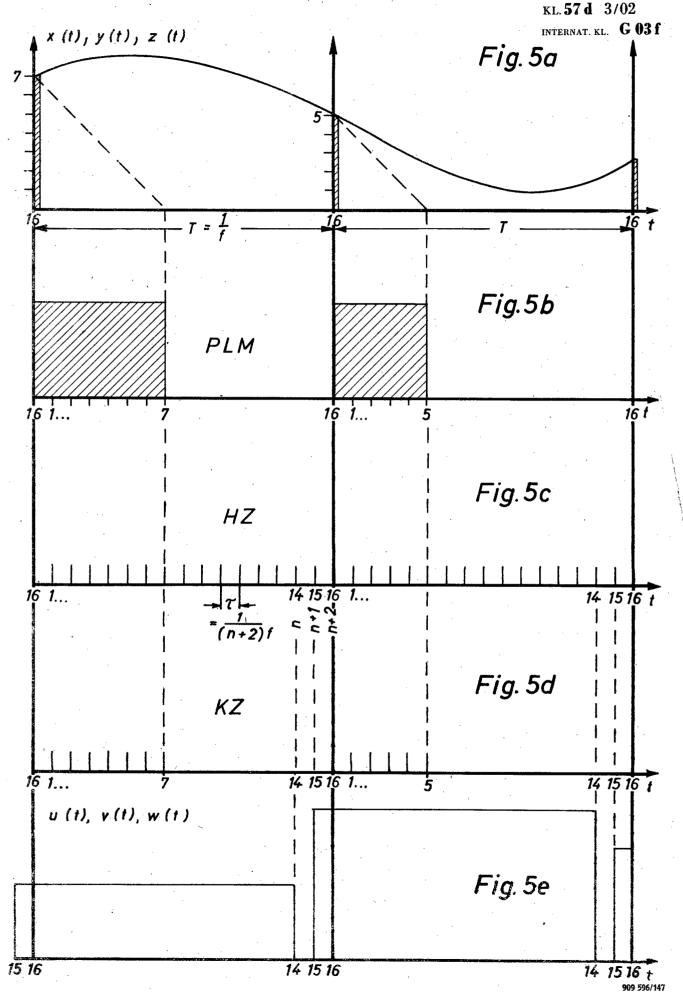


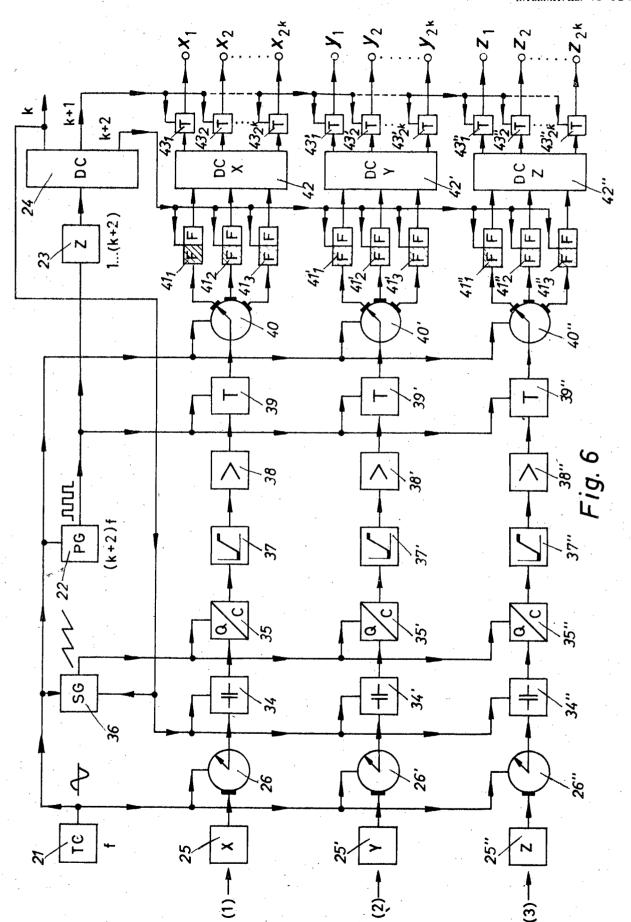
Fig. 9

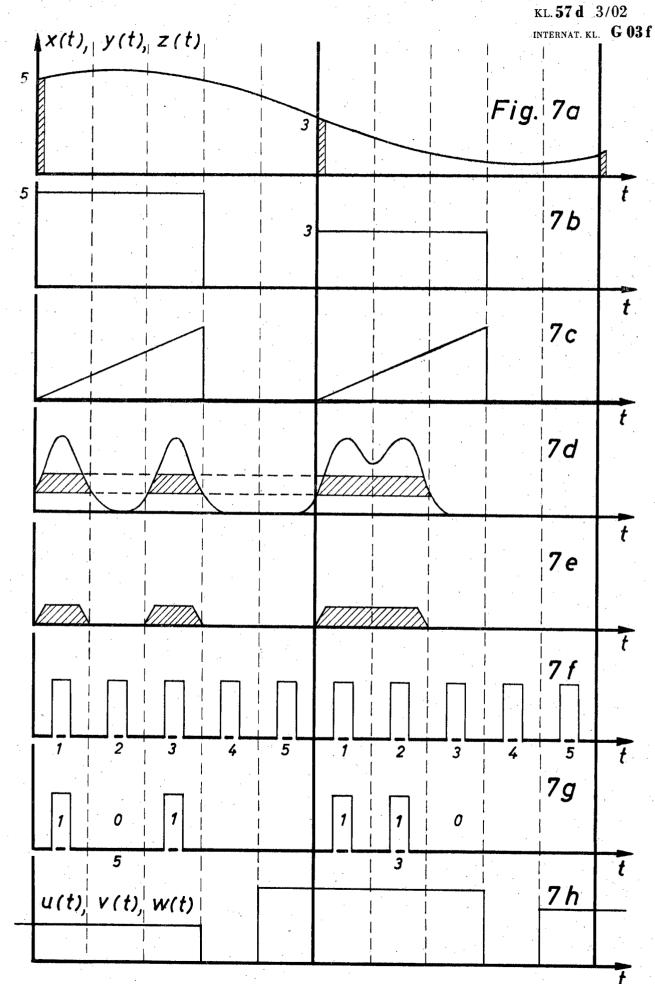
KL. **57 d** 3/02





INTERNAT. KL. G 03 f





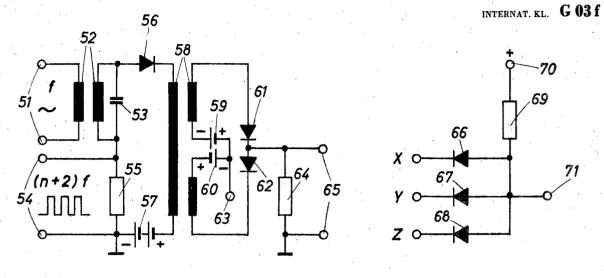
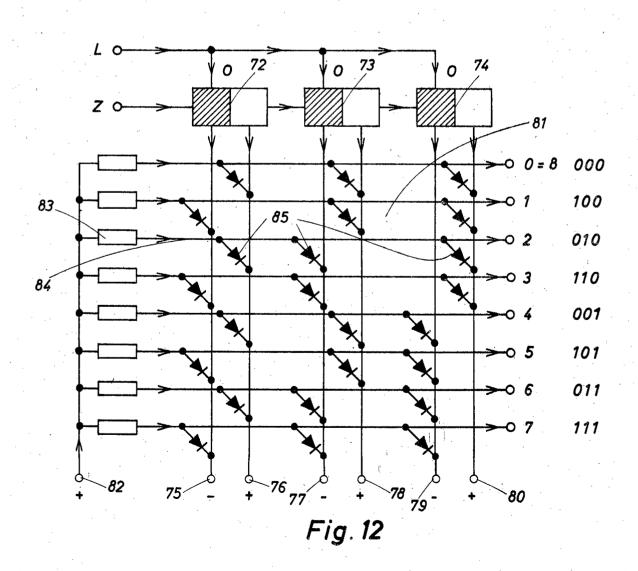


Fig. 10

Fig. 11



909 596/147