

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 2921053 C2

⑤ Int. Cl. 4:
G06F 5/00

⑰ Aktenzeichen: P 29 21 053.5-53
⑱ Anmeldetag: 23. 5. 79
⑲ Offenlegungstag: 27. 11. 80
⑳ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 10. 85

DE 2921053 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Vinnickij politechničeskij institut, Vinnica, SU

⑦④ Vertreter:
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fuchsle, K.,
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Stachov, Aleksei Petrovič; Kozak, Andrei Andreevič;
Solyaničenko, Nikolai Aleksandrovič; Kuzmin, Ivan
Vasilievič; Azarov, Aleksei Dmitrievič,
Winniza/Vinnica, SU

⑦⑤ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-OS 27 32 008
DD 1 33 373

⑦⑥ Einrichtung zur Reduktion von n-stelligen Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform

DE 2921053 C2

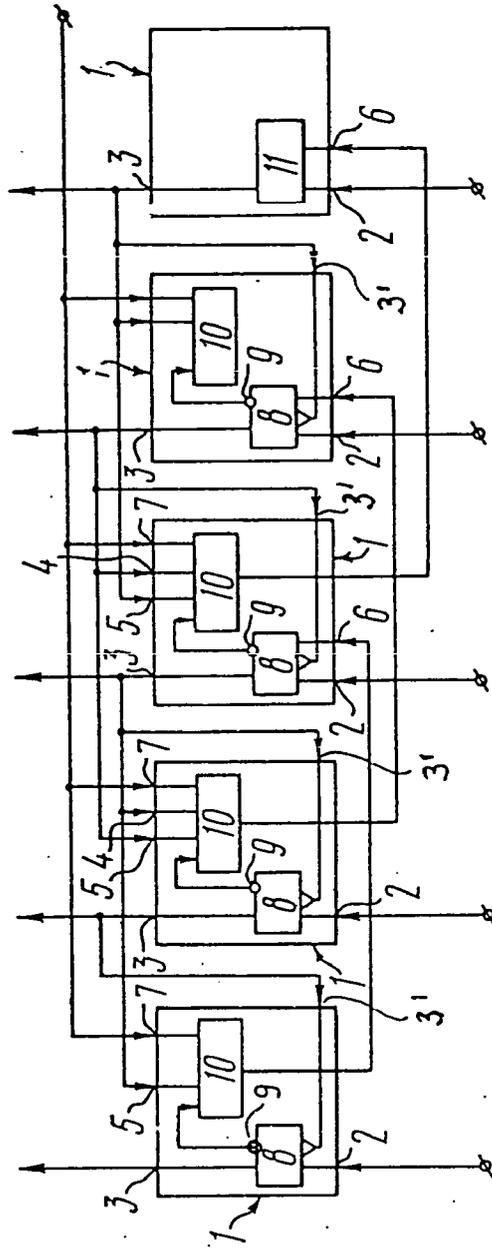


FIG. 1

Patentansprüche:

1. Einrichtung zur Reduktion von n -stelligen Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform, mit n typen-
 5 gleichen Funktionszellen, von denen jede mindestens einen Informationseingang und einen Informationsaus-
 gang, einen Setzeingang, zwei Faltungsinformationseingänge, einen Faltungssteuerereingang und einen
 Faltungssignalausgang hat und bei der l -ten Funktionszelle der Faltungssignalausgang mit dem Setzeingang
 der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle, der Informationsausgang mit einem Faltungsinformationseingang der $(l+1)$ -ten
 10 Funktionszelle und dem anderen Faltungsinformationseingang der $(l-p+1)$ -ten Funktionszelle verbunden sind,
 wobei $l=0, 1, 2, \dots (n-1)$ und p eine ganze Zahl > 0 ist, dadurch gekennzeichnet, daß jede Funk-
 tionzelle (1) einen Umstellsignaleingang (3') und eine Erkennungseinrichtung (10) aufweist, daß der
 Umstellsignaleingang (3') der l -ten Funktionszelle (1) an den Informationsausgang (3) der $(l-1)$ -ten Funk-
 tionzelle gelegt ist, und daß die Erkennungseinrichtung (10) in der l -ten Funktionszelle derart ausgebildet
 15 ist, daß sie als Antwort auf ein Faltungssteuerersignal vom Faltungssteuerereingang (7) ein Faltungssignal nur
 dann erzeugt, wenn eine Faltungslage zur l -ten von der $(l-1)$ -ten- und $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle existiert,
 wobei $p=1$ ist.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Funktionszelle (1), beginnend mit
 $l=1$, ein Flipflop (8) enthält, dessen invertierter Ausgang (9) an einen der Eingänge eines logischen UND-
 Gliedes (10) zur Faltung der Codestellen, dessen andere Eingänge jeweils mit den Faltungsinformationsein-
 20 gängen (4, 5) und dem Faltungssteuerereingang (7) der gleichen Funktionszelle (1) verbunden sind, gelegt ist,
 daß der Ausgang des logischen UND-Gliedes (10) und der nicht invertierte Ausgang des Flipflops (8) jeweils
 an den Faltungssignalausgang und den Informationsausgang (3) der gleichen Funktionszelle (1) angeschlos-
 sen sind, der Setzeingang, der Rücksetzeingang und der Recheneingang des Flipflops (8) der l -ten Funk-
 tionzelle (1) jeweils an den Informationseingang (2), den Faltungsssetzeingang (6) und den Umstellsignaleingang
 25 (3') der gleichen Funktionszelle (1) gelegt sind, während die der niedrigstwertigen Codestelle ($l=0$) entspre-
 chende Funktionszelle (1) als Flipflop (11) ausgeführt ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Funktionszelle (1) zusätzlich zwei
 Eingänge (12, 13) zur Aufnahme des Codeentfaltungssignals, einen Rückstellsignaleingang (14), einen
 Eingang (15) zur Aufnahme des Faltungsverbotssignals, einen Eingang (16) zur Aufnahme des Entfaltungss-
 30 verbotsignals und einen Entfaltungssignalausgang hat, wobei bei der l -ten Funktionszelle (1) der Entfal-
 tungssignalausgang an den einen Entfaltungssignaleingang (12) der $(l-1)$ -ten Funktionszelle (1) und den
 anderen Entfaltungssignaleingang (13) der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle (1) gelegt sind und die Entfaltungssver-
 botssignaleingänge (16) und die Faltungsverbotssignaleingänge (15) vereinigt sind und jeweils den Entfal-
 tungsverbotssignaleingang und den Faltungsverbotssignaleingang der Einrichtung zur Reduktion von Codes
 mit Irrationsbasis auf die Minimalform bilden.

4. Einrichtung nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß jede Funktionszelle (1) ein
 Entfaltungsverbotstor (17), ein Faltungsverbotstor (18), ein logisches ODER-Glied (19) zur Einstellung des
 Flipflops (8) in den gesetzten Zustand und ein logisches ODER-Glied (20) zur Einstellung des Flipflops (8)
 in den zurückgesetzten Zustand enthält, wobei der eine Eingang des Entfaltungsverbotstors (17) mit dem
 40 Invertierten Ausgang (9) des Flipflops (8) verbunden ist, der andere Eingang als Entfaltungsverbotssignalein-
 gang (16) und der Ausgang als Entfaltungssignalausgang der gleichen Funktionszelle (1) dienen, der eine
 und der andere Eingang des Faltungsverbotstors (18) jeweils als Faltungsverbotssignaleingang (15) und als
 Umstellsignaleingang (3') dienen, sein Ausgang (21) an den Recheneingang des Flipflops (8) gelegt ist,
 dessen Setzeingang an den Informationseingang (2) und an die Entfaltungssignaleingänge (12, 13) der glei-
 45 chen Funktionszelle (1) über das logische ODER-Glied (19) zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten
 Zustand und dessen Rücksetzeingang an den Rückstellsignaleingang (14) und den Faltungsssetzeingang (6)
 über das logische ODER-Glied (20) zur Zurücksetzung des Flipflops angeschlossen sind.

5. Einrichtung nach den Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Funktionszelle (1) einen
 Kontrollausgang (23) hat und ein logisches UND-Glied (22) zur Kontrolle der Codestellenfaltung enthält,
 dessen Eingänge jeweils mit dem Informationsausgang (3) und dem Faltungsinformationseingang (4) der
 50 gleichen Funktionszelle (1) verbunden sind, während dessen Ausgang als Kontrollausgang (23) der Funk-
 tionzelle (1) dient.

6. Einrichtung nach Anspruch 4 und/oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Code mit Irrationsbasis der
 Code der »goldenen« p -Proportion gewählt ist und die l -te Funktionszelle (1) begonnen mit $l=2$, einen Funk-
 55 tionseingang (25) hat und ein weiteres logisches ODER-Glied (24) zur Verzögerung der beim Flipflop (8)
 ankommenden Impulse enthält, wobei die Eingänge dieses ODER-Gliedes (24) an die restlichen Eingänge
 des logischen ODER-Gliedes zur Einstellung des Flipflops in den zurückgesetzten Zustand gelegt sind,
 während der dritte Eingang des logischen ODER-Gliedes (19) zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten
 Zustand an den Ausgang des weiteren ODER-Gliedes (24) angeschlossen ist.

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Rechentechnik und betrifft insbesondere eine Einrichtung zur
 65 Reduktion von n -stelligen Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform nach dem Oberbegriff des Patentan-
 spruchs 1. Sie kann in Digitalrechnern, in digitalen Informationsverarbeitungssystemen, in digitalen Meßgeräten
 und Systemen zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform benutzt werden.

Bekanntlich kann jede natürliche Zahl N wie folgt dargestellt werden

$$N = \sum_{l=0}^{n-1} \alpha_l \varphi_p(l) \tag{1}$$

wobei n die Stellenzahl des Codes, $\varphi_p(l)$ eine Fibonacci-Zahl ist.

Die Fibonacci- p -Zahlen werden bei einer ganzen Zahl $p > 0$ durch folgendes Rekursionsverhältnis vorgegeben.

$$\varphi_p(l) = \begin{cases} 0 & \text{bei } l < 0 \\ 1 & \text{bei } l = 0 \\ \varphi_p(l-1) + \varphi_p(l-p-1) & \text{bei } l > 0 \end{cases} \tag{2}$$

Die Fibonacci- p -Codes sind bei $p=0$ eine Verallgemeinerung der klassischen binären Zahlendarstellung und fallen bei $p=\infty$ mit dem unitären Code zusammen (A. P. Stachow »Einführung in die algorithmische Theorie der Messungen«, Moskau, Sow. Radio, 1977).

Eine Weiterentwicklung dieses Codierungsverfahrens ist der »goldene« p -Code. Unter »goldenen« p -Code einer reellen Zahl A versteht man folgende Darstellung desselben in Form einer Potenzsumme der »goldenen« p -Proportion, wobei $p \in \{1, 2, 3, \dots, \infty\}$ ist.

$$A = \sum_{l=-\infty}^{\infty} \alpha_l \alpha_p^l \tag{3}$$

Hierbei bedeuten $\alpha_l \in \{0,1\}$ -Binärziffer in der l -ten Stelle des »goldenen« p -Codes; α_p^l -Gewicht der l -ten Stelle (l -te Potenz der »goldenen« p -Proportion); α_p^l -»goldene« p -Proportion, die eine reelle Wurzel der Gleichung

$$x^{p+1} = x^{p+1} \tag{4}$$

darstellt.

Zum Beispiel ist bei $p = 1$ $\alpha_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$. Der Koeffizient $\alpha_1 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$ ist die »goldene« Proportion

[hieraus die Bezeichnung des Codes (3)].

Die »goldene« p -Proportion α_p hat folgende Fundamenteigenschaften:

$$\alpha_p^n = \alpha_p^{n-1} + \alpha_p^{n-p-1} \tag{5}$$

was unmittelbar aus der Gleichung (4) hervorgeht.

Die Fibonacci- p -Codes und die »goldenen« Codes gehören zu den Codes mit Irrationsbasis, da

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\varphi_p(n+1)}{\varphi_p(n)} \approx \alpha_p \tag{6}$$

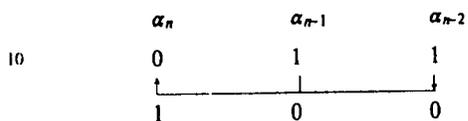
Kennzeichnende Besonderheit der Codes mit Irrationsbasis ist deren Redundanz, die darin besteht, daß jeder Zahl A mehrere Darstellungen in Codes mit Irrationsbasis entsprechen. Zum Beispiel kann bei $p = 1$ die Zahl 8 durch folgenden Fibonacci-1-Code ($p = 1$) dargestellt werden:

Stellenwerte	13	8	5	3	2	1	1
Fibonacci-1-Code	0	1	0	0	0	0	0
	0	0	1	1	0	0	0
	0	0	1	0	1	1	0
	0	0	1	0	1	0	1

oder in dem »goldenen« 1-Code

Stellenwert	α_1^4	α_1^3	α_1^2	α_1^1	α_0	α_1^{-1}	α_1^{-2}	α_1^{-3}	α_1^{-4}
»Goldener« 1-Code	1	0	0	0	1	0	0	0	1
	0	1	1	0	1	0	0	0	1
	0	1	1	0	0	1	1	0	1
	0	1	0	1	1	1	1	0	1

Ein wichtiger Begriff der Theorie der Codes mit Irrationsbasis ist der Begriff der Normal- und Minimalform, unter welcher man einen solchen Code mit Irrationsbasis der Zahl A versteht, bei dem in jeder Gruppe aus $p + 1$ aufeinanderfolgenden Codestellen höchstens eine Einerstelle vorhanden ist. Die Reduktion eines Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform nennt man Normalisierung eines Codes mit Irrationsbasis. Bei $p = 1$ wird die Normalisierung durch Ausführung in dem Code mit Irrationsbasis sämtlicher Faltungsoperationen mit den Binärstellen erreicht. Unter Faltung der Einer-Binärstellen a_{n-1} und a_{n-2} zu einer n -ten Null-Stelle $a_n = 0$ versteht man den Ersatz der Stellenwerte durch ihre Negationen, d. h.



Die Operation Faltung wird durch das Zeichen \downarrow gekennzeichnet. Die Faltung umgekehrte Operation nennt man Entfaltung und wird durch das Zeichen \uparrow gekennzeichnet. Es ist zu betonen, daß die Faltung und Entfaltung der Binärstellen die durch den Code dargestellte Zahl A nicht ändern, was aus der Fundamenteigenschaft (5) folgt.

Die Faltung des »goldenen« Codes besteht in der Ausführung sämtlicher Faltungsoperationen mit den Binärstellen. Zum Beispiel gilt für den Code der »goldenen« Proportion:

	α_1^3	α_1^2	α_1^1	α_1^0	α_1^{-1}	α_1^{-2}	α_1^{-3}	- Stellenwerte
0	1	0	1	0	1	1		
0	1	0	1	1	0	0		
0	1	1	0	0	0	0		
1	0	0	0	0	0	0		

Die Entfaltung des goldenen Codes besteht in der Ausführung sämtlicher Entfaltungsoperationen mit den Binärstellen.

Zum Beispiel gilt für den Code der »goldenen« Proportion:

	α_1^3	α_1^2	α_1^1	α_1^0	α_1^{-1}	α_1^{-2}	α_1^{-3}	- Stellenwerte
1	0	1	0	0	0	0		
1	0	0	1	1	0	0		
0	1	1	1	0	1	1		

Bekannt ist eine einzige Einrichtung zur Realisierung der Reduktion von Codes mit Irrationsbasis, und zwar Fibonacci- p -Codes, auf die Minimalform (DE-OS 27 32 008), welche typengleiche Funktionszellen enthält, von welchen jede einen Informationsausgang und einen Informationsausgang, auf welche man die Codekombination der Zahl A gibt und welchen man diese entnimmt, Informationsfaltungseingänge, einen Setzeingang, einen Faltungssteuereingang und einen Faltungssignalausgang, die entsprechend dem Funktionsalgorithmus der Einrichtung verbunden sind, enthält.

Sämtliche Funktionszellen haben die gleiche Schaltung, die ein Flipflop und logische UND- und ODER-Glieder enthalten.

Jedoch ist bei der bekannten Einrichtung eine Mehrdeutigkeit in dem Ansprechen der Flipflops bei der Reduzierung des Fibonacci- p -Codes auf die Minimalform möglich. Diese Mehrdeutigkeit im Ansprechen kann wegen Abweichung der technologischen Parameter der zur Funktionszelle gehörenden Elemente entstehen, was zu einer Ungleichzeitigkeit im Ansprechen führen kann. Zum Beispiel gilt im Verlaufe der Reduktion auf die Minimalform des wie folgt dargestellten Fibonacci-1-Codes der Zahl 10:

Stellenwerte	13	8	5	3	2	1	1
Zellennummer	6	5	4	3	2	1	0
Code 10	0	0	1	1	1	0	0

Bei der Durchführung der Faltung zur fünften Funktionszelle kann eine Situation entstehen, wo infolge einer Abweichung der technologischen Parameter der Elemente der fünften Funktionszelle das zu dieser Zelle gehörende Flipflop eher in den zurückgesetzten Zustand kippt als das Flipflop der dritten Funktionszelle. Dann entsteht die Bedingung für die Faltung zur vierten Funktionszelle. Im Ergebnis erhält man den Code

0 1 1 0 0 0 0 und folglich die Bedingung für die Faltung zur sechsten Funktionszelle. Als Endergebnis erhält man den Code 1 0 0 0 0 0 0, d. h. die Reduktion auf die Minimalformel geschah falsch. Zusammenfassend kann man sagen, daß die Mehrdeutigkeit des Ansprechens in allen $2^n - \psi_p(n)$ Fällen der Reduktion des Ursprungscode auf die Minimalform auftreten kann.

Darüber hinaus hat die bekannte Einrichtung begrenzte Funktionsmöglichkeiten, da sie nur die Faltung und Entfaltung von Fibonacci- p -Codes ermöglicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine solche Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform zu schaffen, deren Schaltung erweiterte Funktionsmöglichkeiten hat und die Summierung von »goldenen«- p -Codes, die störteste Informationsspeicherung, die Umsetzung des Impulszahlcodes der Potenzen der »goldenen« Proportion in einen »goldenen«- p -Code bei gleichzeitiger Erhöhung der Funktionssicherheit durch zeitlich serielle Faltung von Stelle zu Stelle, d. h. von der einen Funktionszelle zur anderen gewährleistet.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß bei der Einrichtung zur Reduktion von n -stelligen Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform, mit n typengleichen Funktionszellen, von denen jede mindestens einen Informationseingang und einen Informationsausgang, einen Setzeingang, zwei Faltungsinformationseingänge, einen Faltungssteuerereingang und einen Faltungssignalausgang hat und bei der l -ten Funktionszelle der Faltungssignalausgang mit dem Setzeingang der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle, der Informationsausgang mit einem Faltungsinformationseingang der $(l+1)$ -ten Funktionszelle und dem anderen Faltungsinformationseingang der $(l+p+1)$ -ten Funktionszelle verbunden sind, wobei $l=0,1,2 \dots (n-1)$ und p eine ganze Zahl > 0 ist, gemäß der Erfindung, jede Funktionszelle einen Umstellsignaleingang und eine Erkennungseinrichtung aufweist, der Umstellsignaleingang der l -ten Funktionszelle an den Informationsausgang der $(l-1)$ -ten Funktionszelle gelegt ist, und die Erkennungseinrichtung in der l -ten Funktionszelle derart ausgebildet ist, daß sie als Antwort auf ein Faltungssteuerersignal vom Faltungssteuerereingang ein Faltungssignal nur dann erzeugt, wenn eine Faltungslage zur l -ten von der $(l-1)$ -ten und $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle existiert, wobei $p=1$ ist.

Es ist zweckmäßig, daß bei der Einrichtung, bei der als Codes mit Irrationsbasis der Fibonacci- p -Code und der Code der »goldenen«- p -Proportion gewählt sind, gemäß der Erfindung jede Funktionszelle, beginnend mit $l=1$, ein Flipflop enthält, dessen invertierter Ausgang an einen der Eingänge eines logischen UND-Gliedes zur Faltung der Codestellen, dessen andere Eingänge jeweils mit den Faltungsinformationseingängen und dem Faltungssteuerereingang der gleichen Funktionszelle verbunden sind, gelegt ist, der Ausgang des logischen UND-Gliedes und der nichtinvertierte Ausgang des Flipflops jeweils an den Faltungssignalausgang und den Informationsausgang der gleichen Funktionszelle angeschlossen sind, der Setzeingang, der Null-Eingang und der Recheneingang des Flipflops der l -ten Funktionszelle jeweils an den Informationseingang, den Faltungssetzeingang und den Umstellsignaleingang der gleichen Funktionszelle gelegt sind, während die der niedrigwertigen Codestelle entsprechende Funktionszelle als Flipflop ausgeführt ist.

Es ist vorteilhaft, daß bei der erfindungsgemäßen Einrichtung zwecks Realisierung der Codeentfaltungsoperationen gemäß der Erfindung jede Funktionszelle zusätzlich zwei Eingänge zur Aufnahme des Entfaltungssignals, einen Rückstellsignaleingang, einen Faltungsverbotsignaleingang, einen Entfaltungsverbotsignaleingang und einen Entfaltungssignalausgang hat, wobei bei der l -ten Funktionszelle der Entfaltungssignalausgang an den einen Entfaltungssignaleingang der $(l-1)$ -ten Funktionszelle und den anderen Entfaltungssignaleingang der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle gelegt sind und die Entfaltungsverbotsignaleingänge und die Faltungsverbotsignaleingänge vereinigt sind und jeweils den Entfaltungsverbotsignaleingang und den Faltungsverbotsignaleingang der Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform bilden.

Es ist erforderlich, daß zwecks Realisierung der Entfaltungsoperation bei der erfindungsgemäßen Einrichtung jede Funktionszelle ein Entfaltungsverbotstor, ein Faltungsverbotstor, ein logisches ODER-Glied zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten Zustand und ein logisches ODER-Glied zur Einstellung des Flipflops in den zurückgesetzten Zustand enthält, wobei der eine Eingang des Entfaltungsverbotstors mit dem invertierten Ausgang des Flipflops verbunden ist, der andere Eingang als Entfaltungsverbotsignaleingang und der Ausgang als Entfaltungssignalausgang der gleichen Funktionszelle dienen, der eine und der andere Eingang des Faltungsverbotstors jeweils als Faltungsverbotsignaleingang und als Invertierungssignaleingang dienen, sein Ausgang an den Recheneingang des Flipflops gelegt ist, dessen Setzeingang an den Informationseingang und an die Entfaltungssignaleingänge der gleichen Funktionszelle über das logische ODER-Glied zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten Zustand und dessen Rücksetzeingang an den Rückstellsignaleingang und den Faltungssetzeingang über das logische ODER-Glied zur Zurücksetzung des Flipflops angeschlossen sind.

Zur Sicherung einer Kontrolle der richtigen Funktion ist es nützlich, daß bei der Einrichtung gemäß der Erfindung jede Funktionszelle einen Kontrollausgang hat und ein logisches Kontroll-UND-Glied enthält, dessen Eingänge jeweils mit dem Informationsausgang und dem Faltungsinformationseingang der gleichen Funktionszelle verbunden sind, während dessen Ausgang als Kontrollausgang der Funktionszelle dient.

Hinsichtlich der Erweiterung der Funktionsmöglichkeiten ist es günstig, daß bei der Einrichtung, bei der als Code mit Irrationsbasis der Code der »goldenen«- p -Proportion gewählt ist, gemäß der Erfindung die l -te Funktionszelle, begonnen mit $l=2$, einen Funktionaleingang hat und ein logisches Verzögerungs-ODER-Glied enthält, dessen Eingänge an die restlichen Eingänge des logischen ODER-Gliedes zur Einstellung des Flipflops in den zurückgesetzten Zustand gelegt sind, während der dritte Eingang des logischen ODER-Gliedes zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten Zustand an den Ausgang des Verzögerungs-ODER-Gliedes angeschlossen ist.

Die Erfindung bietet die Möglichkeit, die Funktionssicherheit der Einrichtungen zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis, und zwar Fibonacci- p -Codes und Codes der »goldenen« p -Proportion, auf die Minimalform zu erhöhen bei gleichzeitiger Vereinfachung der Schaltung der Funktionszelle und Ausführung zusätzlicher Umsetzungen der Potenzen des Codes der »goldenen« p -Proportion, Zählung der Impulse und Summierung der Codes

der »goldenen« p -Proportion.

Im folgenden ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 das Funktionsschema einer Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform, die das Falten der Codekombinationen realisiert,

Fig. 2 das Funktionsschema einer Einrichtung, die das Falten der Codekombinationen realisiert,

Fig. 3 das Funktionsschema einer Ausführungsform einer Funktionszelle,

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform einer Funktionszelle, die eine Erweiterung der Funktionsmöglichkeiten der Einrichtung für die Umsetzung von Codes der »goldenen« p -Proportionen gewährleistet.

Fig. 1 zeigt eine Ausführungsform einer Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform bei $p=1$ und $n=5$, wobei » n « die Codestellenzahl bedeutet, während als Code mit Irrationsbasis das Fibonacci-1-Code oder der 1-Code der »goldenen« Proportion gewählt ist.

Die Einrichtung enthält n , d. h. fünf typengleiche Funktionszellen 1, jede l -te von welchen (zum Beispiel $l=2$) einen Informationseingang 2 zur Aufnahme der Information in Form einer Codestelle, einen Informationsausgang 3 zum Lesen der Information über den Zustand der Funktionszelle 1, einen ersten und zweiten Faltungsinformationseingang 4 und 5, an welchen die Information über den Zustand der $(l-1)$ -ten und $(l-p-1)$ -ten, d. h. der $(l-2)$ -ten Funktionszelle 1 eintrifft, besitzt. Jede l -te Funktionszelle 1 hat einen Setzeingang 6, an welchen das 1-Signal zur Nulleinstellung der l -ten Funktionszelle 1 eintrifft, einen Faltungssteuereingang 7, beim Anlegen eines 1-Signals an welchem die Faltungsoperation freigegeben wird; einen an den Setzeingang 6 der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle 1 gelegten Faltungssignalausgang (an diesem Ausgang erscheint ein 1-Signal bei Erfüllung der Faltungsbedingung); einen Umstellsignaleingang 3 zur Aufnahme des Umstellsignals für den Zustand der Funktionszelle 1 bei Durchführung der Faltungsoperation. Der Faltungssignalausgang der l -ten Funktionszelle 1 ist mit dem Setzeingang 6 der $(l-p-1)$ -ten, d. h. der $(l-2)$ -ten Funktionszelle 1, der Informationsausgang 3 der l -ten Funktionszelle 1 mit dem ersten Faltungsinformationseingang 4 der $(l+1)$ -ten Funktionszelle 1 und dem zweiten Informationseingang 5 der $(l+p+1)$ -ten, d. h. der $(l+2)$ -ten Funktionszelle 1 verbunden. Die Faltungssteuereingänge 7 sämtlicher Funktionszellen 1 sind an die gemeinsame Schiene gelegt, die als Steuereingang der gesamten Einrichtung dient, auf welchen ein 1-Steuersignal gegeben wird, wenn es erforderlich ist, den Fibonacci- p -Code bzw. den p -Code der »goldenen« Proportion auf die Minimalform zu reduzieren. Die Informationsausgänge 3 sämtlicher Funktionszellen 1 bilden einen mehrstelligen Informationsausgang der Einrichtung mit einer Stellenzahl » n «. Die Informationseingänge 2 sämtlicher Funktionszellen 1 bilden einen mehrstelligen Informationseingang der Einrichtung, der zur Aufnahme der Information über die Zahl in dem Code mit Irrationsbasis dient.

Darüber hinaus hat die l -te Funktionszelle 1 einen Umstellsignaleingang, der an den Informationsausgang 3 der $(l-1)$ -ten Funktionszelle gelegt ist und zur Aufnahme des Informationssignals, auf welches der Zustand der l -ten Informationszelle 1 geändert wird, dient.

Jede l -te Funktionszelle enthält, begonnen mit $l=1$, einen Flipflop 8 mit einem Recheneingang. Bei allen Funktionszellen 1, außer der Funktionszelle 1, die der niedrigstwertigen Codestelle entspricht, ist der invertierte Ausgang 9 des Flipflops 8 mit einem der Eingänge eines logischen Faltungs-UND-Gliedes 10 verbunden. Die restlichen Eingänge des logischen Faltungs-UND-Gliedes 10 sind jeweils mit dem Faltungsinformationseingang 5 und dem Faltungssteuereingang 7 der Funktionszelle 1 verbunden. Der Ausgang des logischen Faltungs-UND-Gliedes dient als Faltungssignalausgang der l -ten Funktionszelle 1. Ein 1-Signal am Ausgang des logischen Faltungs-UND-Gliedes 10 erscheint dann, wenn in dem Flipflop 8 eine »0« eingeschrieben ist und auf die Faltungsinformationseingänge 4 und 5 und den Faltungssteuereingang 7 1-Signale gegeben werden. Der nicht invertierte Ausgang des Flipflops 8 dient als Informationsausgang 3 der Funktionszelle 1. Der Setzeingang und der Rücksetzeingang des Flipflops 8 sind jeweils mit dem Informationseingang 2 und dem Faltungssetzeingang 6 der Funktionszelle 1 verbunden.

Die Funktionszelle 1, die der niedrigstwertigen Stelle des Codes entspricht, ist als Flipflop 11 ausgeführt. Wie aus Fig. 1 hervorgeht, sind in den Funktionszellen 1, die den beiden niedrigwertigen Stellen ($l=0$, $l=1$) und der höchstwertigen Stelle ($l=n-1$) entsprechen, einige Eingänge wirkungslos. So sind zum Beispiel in der Funktionszelle 1, die der ersten Stelle entspricht, einer der Faltungsinformationseingänge (5), in den Funktionszellen 1, die der dritten und vierten Stelle entsprechen, die Setzeingänge 6 wirkungslos. Jedoch ist die Ausführung der Funktionszellen universell und im Falle, wenn die Einrichtung mit einer großen Anzahl » n « von Stellen ausgeführt wird, ist die Erweiterung der Kette von Funktionszellen 1 seitens der höchstwertigen Stelle ($l=n-1$) vorzunehmen, so daß alle Eingänge der dritten und vierten Funktionszelle 1 wirksam sind. Dagegen bleibt die Ausführung der Funktionszelle 1 der niedrigstwertigen Stelle die gleiche wie bei der in Fig. 1 gezeigten Variante.

Fig. 2 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform bei $p=1$ und $n=6$, während als Irrationscodes der Fibonacci-1-Code und der p -Code der »goldenen« Proportion gewählt sind. Die Einrichtung enthält sechs typengleiche Funktionszellen 1 und unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform dadurch, daß jede Funktionszelle 1 einen ersten und einen zweiten Entfaltungssignaleingang 12 und 13, an welchem ein 1-Signal bei Ausführung der Entfaltungsoperation eintrifft, das die Funktionszelle 1 in den gesetzten Zustand umsteuert; einen Rückstelleingang 14, das Erscheinen eines 1-Signals an welchem zur Nulleinstellung der Funktionszelle führt; einen Faltungsverbotsseingang 15 zur Aufnahme des Faltungsverbotsignals; einen Entfaltungsverbotsseingang 16 zur Aufnahme des Entfaltungsverbotsignals; einen an die Entfaltungseingänge 12 und 13 der $(l-1)$ -ten und der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle 1 gelegten Entfaltungssignalausgang enthält. Ein 1-Signal erscheint an diesem Ausgang bei Erfüllung der Entfaltungsbedingung. Die Faltungsverbotsseingänge 15 sämtlicher Funktionszellen 1 sind an eine gemeinsame Faltungsverbotsschiene der Einrichtung gelegt, an der ein 1-Signal die Durchführung etwaiger Faltungen in der

Einrichtung verbietet. Die Entfaltungsverbotseingänge 16 sind an eine gemeinsame Entfaltungsverbotsschiene gelegt, an der ein 1-Signal die Durchführung etwaiger Entfaltungen in der Einrichtung zur Reduktion von Codes auf die Minimalform verbietet.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, sind in einigen Funktionszellen 1 einige Eingänge unwirksam. So sind zum Beispiel in der Funktionszelle 1, die der niedrigstwertigen Stelle ($l=0$) entspricht, die Faltung- und Entfaltungsverbotseingänge 15 und 16 und der Entfaltungssignaleingang 12 unwirksam. In der Funktionszelle 1 der ersten Stelle ist der Faltungsverbotseingang 15 und der Entfaltungssignalausgang unwirksam, während in der Funktionszelle, die der höchstwertigen ($l=n-1$)-ten Stelle entspricht, die Entfaltungssignaleingänge 12 und 13 unwirksam sind. In der Funktionszelle 1, die der $(n-2)$ -ten Stelle entspricht, ist der Entfaltungssignaleingang 13 unwirksam. Bei Ausführung einer Einrichtung für eine größere Stellenzahl n sind die Ketten der Funktionszellen 1 seitens der höchstwertigen Stelle zu erweitern, wobei alle erwähnten Eingänge und Ausgänge wirksam sind.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform einer l -ten (z. B. $l=2$) Funktionszelle 1, die ein Entfaltungsverbotstor 17, ein Faltungsverbotstor 18, ein logisches ODER-Glied 19 zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten Zustand und ein logisches ODER-Glied 20 zur Einstellung des Flipflops in den zurückgesetzten Zustand enthält.

Der eine Eingang des Entfaltungsverbotstors 17 dient als Eingang 16 für das Entfaltungsverbotssignal, der andere Eingang ist mit dem invertierten Ausgang 9 des Flipflops 8 verbunden, während der Ausgang als Ausgang für das Entfaltungssignal dient. Das Entfaltungsverbotstor 17 dient als Sperre für das 1-Signal von dem invertierten Ausgang 9 des Flipflops 8 zum Entfaltungssignalausgang beim Anliegen eines Verbotssignals am Entfaltungsverbotseingang 16. Das Faltungsverbotstor 18 dient als Sperre für das 1-Signal von dem Informationsausgang 3 der $(l-1)$ -ten (Fig. 2) Funktionszelle 1 zum Umstellsignaleingang bei Durchführung der Faltungsinformation beim Anliegen eines Verbotssignals am Faltungsverbotseingang 15. Der Ausgang des logischen ODER-Gliedes 19 (Fig. 3) zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten Zustand ist mit dem Setzeingang dieses Flipflops 8 verbunden. Die Eingänge des logischen ODER-Gliedes 19 dienen zur Aufnahme der Signale vom ersten Entfaltungssignaleingang 12, vom Informationseingang 3 und vom zweiten Entfaltungssignaleingang 13. Über diese Eingänge findet ein Einschreiben der Information in das Flipflop 8 und ein Kippen desselben in den gesetzten Zustand bei der Entfaltung statt. Der Ausgang des logischen ODER-Gliedes 20 ist mit dem Rücksetzeingang des Flipflops 8 verbunden. Die Eingänge des logischen ODER-Gliedes 20 dienen zur Aufnahme der Signale vom Rückstellsignaleingang 14 und von dem Faltungssetzeingang 6. Über diese Eingänge findet die Rücksetzung des Flipflops 8 bei der Entfaltung und Faltung statt.

Der Ausgang 21 des Faltungsverbotstors 18 ist an den Recheneingang des Flipflops 8 gelegt. Die Funktionszelle 1 enthält auch ein logisches Kontroll-UND-Glied 22, bei welchem der eine Eingang mit dem Informationsausgang 3, der zweite Eingang mit dem ersten Faltungsinformationseingang 4 verbunden sind und der Ausgang als Kontrollausgang 23 der Funktionszelle 1 dient.

Das logische UND-Glied 22 dient zur Prüfung des Codes mit Irrationsbasis auf Minimalität. An seinem Ausgang erscheint ein 1-Signal, wenn sich die l -te und die $(l-1)$ -te Funktionszellen 1 im gesetzten Zustand befinden.

Fig. 4 zeigt eine Ausführungsvariante der l -ten Funktionszelle einer Einrichtung zur Umsetzung nur des Codes der »goldenen« p -Proportion. In diesem Falle besteht der Unterschied von der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform darin, daß hier in jeder l -ten Funktionszelle 1, begonnen mit $l=2$, ein logisches Verzögerungs-UND-Glied 24 vorhanden ist, bei dem der eine Eingang mit dem zweiten Entfaltungssignaleingang 13 und der andere mit dem Funktionseingang 25 verbunden ist.

Der zweite Entfaltungssignaleingang 13 ist mit dem dritten Eingang des logischen ODER-Gliedes 20 verbunden, während der Funktionseingang 25 mit dem übriggebliebenen (vierten) Eingang des logischen ODER-Gliedes 20 in Verbindung steht.

Der Funktionseingang 25 dient zur Aufnahme der 1-Informationssignale bei der Umsetzung des Impulszahlcodes der Potenzen der »goldenen« Proportion in einen Code der »goldenen« Proportion sowie bei der Impulszählung im Code der »goldenen« p -Proportion und Summierung von p -Codes der »goldenen« p -Proportion.

Die Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform funktioniert im Faltungsbetrieb wie folgt. Es wird angenommen, daß es notwendig ist, auf die Minimalform die Zahl 5, die im Fibonacci-1-Code dargestellt ist und die Form

Stellenwerte	5	3	2	1	1
Nummer der Funktionszelle 1	4	3	2	1	0
Fibonacci-1-Code	0	1	0	1	1

hat, zu reduzieren.

Dieser Code wird über die Informationseingänge 2 (Fig. 1) in die Flipflops 8 und 11 der Funktionszellen der dritten, ersten und nullten Stellen eingeschrieben. Beim Anlegen eines 1-Signals an dem Steuereingang der Einrichtung analysiert das logische UND-Glied der l -ten Funktionszelle 1, an dessen Eingängen 1-Signale von den Informationseingängen 3 der $(l-1)$ -ten und $(l-p-1)$ -ten Funktionszellen 1 und dem invertierten Ausgang 9 des Flipflops 8 der l -ten Zelle eintreffen, die Möglichkeit der Durchführung der Faltungsoperation. Im gegebenen Falle ist die Faltungsbedingung [Anliegen von 0-Signalen an den Informationsausgängen 3 der l -ten Funktionszelle 1 und 1-Signalen an den Informationsausgängen 3 der $(l-1)$ -ten und $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle 1] für die zweite Funktionszelle 1 erfüllt. Am Ausgang des logischen UND-Gliedes 10, d. h. am Faltungssignalausgang 9 der zweiten Funktionszelle 1 erscheint ein 1-Signal, das über den Faltungssetzeingang 6 das Flipflop 11

der Funktionszelle der nullten Stelle in den zurückgesetzten Zustand umsteuert.

An dem Informationsausgang 3 dieser Funktionszelle 1 erscheint ein 0-Signal, das über den Umstellsignaleingang zum Recheneingang des Flipflops 8 der ersten Funktionszelle 1 gelangt und dieses in den zurückgesetzten Zustand umsteuert. Hierbei erscheint an dem Informationsausgang 3 der ersten Funktionszelle 1 ein 0-Signal, das zum Recheneingang des Flipflops 8 der zweiten Funktionszelle 1 gelangt und dieses in den gesetzten Zustand umsteuert. Die erste Faltung ist damit beendet. Im Ergebnis ist in der Einrichtung folgender Code eingeschrieben 0 1 1 0 0. Dabei ist die Faltungsbedingung für die vierte Funktionszelle 1 erfüllt. An dem Faltungssignalausgang dieser Funktionszelle 1 erscheint ein 1-Signal und der Vorgang läuft weiter auf oben beschriebene Weise ab:

10

0	1	1
0	1	0
0	0	0
1	0	0

15

Im Ergebnis nimmt die Ursprungskombination die Form 1 0 0 0 0 an, was der Minimalform der Zahl 5 im Fibonacci-1-Code entspricht. Die Dauer des 1-Signals am Steuereingang der Einrichtung muß größer als die für die Durchführung aller möglichen Faltungen benötigte Zeit sein. Nach Beendigung der Faltung wird die Information über den erhaltenen minimalen Fibonacci-1-Code an den Informationsausgängen 3 der Funktionszellen 1 der Einrichtung abgelesen. Auf ähnliche Art. und Weise erfolgt die Reduktion auf die Minimalform des Codes der »goldenen« Proportion. Es ist zu betonen, daß bei Benutzung der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform keine Mehrdeutigkeit im Ansprechen bei der Reduktion jedes beliebigen Fibonacci- p -Codes auf die Minimalform vorliegt. Diese Einrichtung ist derart ausgeführt, daß die Faltungsoperation serienell aus der $(b-p-1)$ -ten Stelle zur $(l-1)$ -ten Stelle und aus der $(l-1)$ -ten Stelle zur l -ten Stelle ausgeführt wird. Beim Vorliegen der Faltungsbedingung für die l -te, $(l-1)$ -te und $(l-p-1)$ -te Funktionszelle 1 findet zuerst eine Nullstellung des Flipflops 8 der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle 1 statt. An ihrem Informationsausgang erscheint ein Nullpotential, das zum Recheneingang des Flipflops 8 der $(l-1)$ -ten Funktionszelle 1 gelangt und dieses in den Null-Zustand kippt, was zum Einspeichern einer Eins in das Flipflop der l -ten Funktionszelle 1 führt. Somit ist eine gleichzeitige Umsteuerung der Flipflops 8 von drei Stellen nicht erforderlich.

20

Bei Entfaltung eines Codes mit Irrationsbasis funktioniert die Einrichtung wie folgt. Es wird angenommen, daß in die Einrichtung folgender 1-Code der »goldenen« Proportion eingeschrieben ist:

35

α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}
1	0	1	0	0	0

40

Auf den Faltungsverbotsingang 15 (Fig. 2) wird von einer externen Steuereinheit (nicht mitgezeichnet) ein Verbotspotential und auf den Entfaltungsverbotsingang 16 – ein Freigabepotential gegeben.

45

Nun werden von einem Impulsverteiler (nicht mitgezeichnet) reihenfolglich 1-Signale auf die Rückstelleingänge 14 sämtlicher Funktionszellen 1, beginnend mit der Funktionszelle, die dem Stellenwert α^{-1} entspricht, gegeben. Dann kippt das an dem Rückstelleingang 14 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^0 entspricht, über das logische ODER-Glied 20 eintreffende Signal das Flipflop 8 in den Null-Zustand. An dem invertierten Ausgang dieses Flipflops 8 erscheint ein 1-Signal, das über das offene Entfaltungsverbotstor 17 zu dem Entfaltungssignaleingang 12 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^{-1} entspricht, und dem Entfaltungsverbotsseingang 13 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^{-2} entspricht, gelangt. Dieses 1-Signal gelangt über die logischen ODER-Glieder 19 zu den Stelleingängen der Flipflops 8 dieser Funktionszellen 1, kippt diese in den Eins-Zustand. Im Ergebnis wird in der Einrichtung folgender Code eingeschrieben:

50

α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}	
1	0	1	0	0	0	
1	0	0	1	1	0	- neuer Zustand.

55

Im weiteren laufen beim Eintreffen eines 1-Signals am Eingang des Rückstelleingangs 14 der Funktionszelle 1, die dem Wert α^2 entspricht, die Vorgänge auf oben beschriebene Weise ab und in der Einrichtung wird folgender Code eingeschrieben:

60

α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}	
1	0	0	1	1	0	
0	1	1	1	1	0	- neuer Zustand

65

Damit ist der Entfaltungsvorgang beendet.

Die Einführung in jede Funktionszelle 1 eines logischen Kontroll-UND-Gliedes 22 gestattet es, eine solche Informationsspeicherung zu organisieren, bei der die Einrichtung die Möglichkeit hat, Fehler in den Flipflops 8 und 11 zu erkennen.

Es wird angenommen, daß in die Einrichtung folgender Minimalcode der »goldenen« p -Proportion eingeschrieben ist.

α^2	α^1	α^0	α^1	α^2	α^3
0	1	0	1	0	0

5

Das Einschreiben der Information in die Einrichtung ist vor allem kontrollierbar. Sollte in der Tat beim Einschreiben des Minimalcodes der »goldenen« p -Proportion eine Störung der Minimalitätsmerkmale des Codes stattfinden, so wird der Einschreibefehler an dem Anliegen eines 1-Signals am Kontrollausgang 23 einer der Funktionszellen 1 erkannt.

10

Nach dem Einschreiben des Minimalcodes der »goldenen« p -Proportion wird die Speicherung des Codes auch kontrolliert. Dazu ist es erforderlich, das Verbotspotential von dem Entfaltungsverbotseingang 16 wegzunehmen und an den Faltungsverbotseingang 15 zu legen. Nehmen wir jetzt an, daß das Flipflop 8 der Funktionszelle 1, die dem Wert α^1 entspricht, unter der Einwirkung einer Störung, aus dem gesetzten Zustand in den zurückgesetzten Zustand kippt. Dann erscheint an dem invertierten Ausgang 9 des Flipflops 8 dieser Funktionszelle 1 ein 1-Signal, das über das offene Tor 17 zum Entfaltungssignalausgang gelangt. Über den ersten Entfaltungssignaleingang 12 und das logische ODER-Glied zur Einstellung des Flipflops in den gesetzten Zustand gelangt dieses 1-Signal zum Setzeingang des Flipflops 8 der Funktionszelle 1, die dem Wert α^0 entspricht und kippt dieses in den gesetzten Zustand. Außerdem gelangt dieses 1-Signal über den zweiten Entfaltungssignaleingang 3 und das logische ODER-Glied 19 zum Setzeingang des Flipflops 8 der Funktionszelle 1, die dem Wert α^1 entspricht. Jedoch befindet sich dieses Flipflop schon in dem gesetzten Zustand, so daß keine Änderung seines Zustandes stattfindet. Jetzt ist in der Einrichtung folgender Code der »goldenen« Proportion eingeschrieben:

15

20

α^2	α^1	α^0	α^1	α^2	α^3
0	0	1	1	0	0

25

der sich von dem Normalcode unterscheidet. Deshalb erscheint an dem Kontrollausgang 23 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^0 entspricht, ein 1-Signal, was einen Fehler bedeutet. Somit gestattet die Einrichtung, deren Funktionszelle 1 in Fig. 3 gezeigt ist, die Erkennung sämtlicher Flipflopfehler vom Typ 1→0. Dabei ist ein hoher Prozentsatz von Fehlern vom Typ 0→1 (~99% bei $n=20$) auch erkennbar.

30

Die Einrichtung, deren Funktionszelle in Fig. 4 angeführt ist, gestattet es, eine solche Informationsspeicherung zu organisieren, bei dem Fehler vom Typ 1→0 nicht zur Zerstörung der Information führt. Dies wird dadurch erreicht, daß zusätzlich ein Verzögerungs-ODER-Glied 24 eingeführt wird, bei welchem einer der Eingänge jetzt mit dem zweiten Entfaltungssignaleingang 13 verbunden ist. Der gleiche Eingang ist mit dem dritten Eingang des logischen ODER-Gliedes 20 zur Rückstellung des Flipflops verbunden.

35

Es wird angenommen, daß in die Einrichtung der gleiche Code der »goldenen« Proportion eingeschrieben ist:

α^2	α^1	α^0	α^1	α^2	α^3
0	1	0	1	0	0

40

Am Faltungsverbotseingang 15 liegt ein Verbotspotential an, während am Entfaltungsverbotseingang 16 kein Verbotspotential anliegt. Jetzt wird angenommen, daß das Flipflop 8 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^1 entspricht, unter der Wirkung einer Störung wieder aus dem gesetzten Zustand in den zurückgesetzten Zustand gekippt ist. Es erscheint ein 1-Signal am Entfaltungssignalausgang dieser Funktionszelle, gelangt zum ersten Entfaltungssignaleingang 12 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^0 entspricht, und steuert das Flipflop 8 dieser Funktionszelle 1 in den gesetzten Zustand um. Das gleiche 1-Signal trifft am zweiten Entfaltungssignaleingang 13 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^1 entspricht, ein. Dabei geschieht folgendes. Über das logische ODER-Glied 20 zur Rückstellung des Flipflops steuert dieses 1-Signal das Flipflop 8 in den zurückgesetzten Zustand um. Infolgedessen erscheint dieses 1-Signal über das offene Entfaltungsverbotstor 17 am Entfaltungssignalausgang der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^1 entspricht. Dies führt dazu, daß die Flipflops 8 der Funktionszellen 1, die den Stellenwerten α^2 und α^3 entsprechen, auf oben beschriebene Art in den gesetzten Zustand umgesteuert werden.

45

50

Das gleiche 1-Signal gelangt vom zweiten Entfaltungssignaleingang der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^1 entspricht, über das logische ODER-Glied 24 nach einer Verzögerungszeit τ , die ab dem Zeitpunkt der Rückstellung des Flipflops 8 dieser Funktionszelle 1 gerechnet wird, zum Eingang des logischen ODER-Gliedes 19 und folglich zum Setzeingang des gleichen Flipflops 8 und kippt dieses erneut in den gesetzten Zustand. Jetzt ist in der Einrichtung folgender Code eingeschrieben:

55

α^2	α^1	α^0	α^1	α^2	α^3
0	0	1	1	1	1

60

Nun wird ein Verbotspotential an den Entfaltungsverbotseingang 16 gelegt und das Verbotspotential am Faltungsverbotseingang 15 abgenommen. Dann findet beim Eintreffen des 1-Signals am Steuereingang der Einrichtung eine Reduzierung dieses Codes der »goldenen« Proportion auf die Minimalform auf oben beschriebene Art statt, und zwar:

65

	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}
	0	0	1	1	1	1
	0	0	1	0	1	1
5	0	0	0	0	1	0
	0	1	0	0	0	0
10	0	1	0	1	0	0

Die erhaltene Codekombination ist der Ursprungscodekombination gleich, so daß sich der Code richtig wiederhergestellt hat. Somit kann die erfindungsgemäße Einrichtung, wenn die Wahrscheinlichkeit der Fehler vom Typ 1→0 wesentliche die Wahrscheinlichkeit der Fehler vom Typ 0→1 übersteigt, mit Erfolg zur Fehlerkorrektur benutzt werden, d. h. alle Fehler vom Typ 1→0 werden von der Einrichtung korrigiert. Im entgegengesetzten Falle wird die Einrichtung als Fehlererkennungseinrichtung benutzt.

Die Einführung in die Funktionszelle 1 gemäß Fig. 4 eines logischen ODER-Gliedes 24 mit Verzögerung gestattet die Funktionsmöglichkeiten der gesamten Einrichtung wesentlich zu erweitern. Jetzt gestattet die Einrichtung die Umsetzung des Impulszahlcodes der Potenzen der »goldenen« Proportion in einen Code der »goldenen« p-Proportion, die Impulszählung und die Darstellung des Zählergebnisses in einen Code der »goldenen« Proportion, die Summierung von Codes der »goldenen« Proportion.

Bei der Umsetzung des Impulszahlcodes einer beliebigen Potenz der »goldenen« Proportion in einen Code der »goldenen« p-Proportion realisiert die Einrichtung die Umwandlung der Summe

$$\frac{\alpha^n + \alpha^{n-1} \dots + \alpha^0}{N\text{-mal}}$$

in einen Code der »goldenen« Proportion. So realisiert z. B. die Einrichtung 1 bei $n = 0$ eine Umsetzung der Einerfolge

$$\frac{1 + 1 + \dots + 1}{N\text{-mal}}$$

in einen Code der »goldenen« Proportion.

Zur Organisierung eines solchen Umsetzungsbetriebes hat man ein Verbotspotential an den Entfaltungsvorbotseingang 16 zu legen und das Verbotspotential an dem Faltungsvorbotseingang 15 wegzunehmen. Dann hat man auf den Funktionseingang 25 der Funktionszelle 1, die der umzusetzenden Potenz der »goldenen« Proportion entspricht, Kurzimpulse zu geben. Die Dauer dieser Impulse soll die Dauer τ der Verzögerung des ODER-Gliedes 24 nicht übersteigen. Deren Zahl soll einer gewissen vorgegebenen Zahl N gleich sein. Bei dem Anlegen eines Kurzimpulses an den Funktionseingang 25 dieser Funktionszelle 1 erscheint dieser Impuls nach einer Verzögerung τ in dem logischen ODER-Glied 20 an dem Rücksetzeingang der Flipflops 8. Nach einer Verzögerung 2τ in dem logischen ODER-Glied 24 und dem logischen ODER-Glied 19 erscheint dieser Impuls an dem Setzeingang des Flipflops 8. Befand sich hierbei das Flipflop 8 im gesetzten Zustand, so kippt es zuerst in den zurückgesetzten Zustand und nach der Zeit τ in den gesetzten Zustand. Dabei erscheint am Entfaltungssignalausgang, d. h. am Ausgang des Tors 17, ein 1-Signal (Entfaltungsverbotstor 17 offen), das am ersten Entfaltungssignaleingang 12 und am zweiten Entfaltungssignaleingang 13 der Funktionszellen 1 der niederwertigen Stellen eintrifft. Dieses Signal steuert die Flipflops 8 dieser Funktionszellen 1 in den gesetzten Zustand um. Befindet sich das Flipflop 8 der Funktionszelle 1, die der umzusetzenden Potenz der »goldenen« Proportion entspricht, im zurückgesetzten Zustand, so kippt dieses nach der Zeit 2τ in den gesetzten Zustand. Weiterhin hat man mit einer bestimmten Verzögerung gegenüber den Zählimpulsen, die für die Beendigung der mit der Entfaltung des Codes der »goldenen« Proportion verbundenen Übergangsvorgänge in der Einrichtung ausreicht, auf den Faltungssteuereingang der Einrichtung ein Steuersignal zu geben, dessen Dauer für die Beendigung der mit der Faltung des Codes der »goldenen« Proportion verbundenen Übergangsvorgänge in der Einrichtung 1 ausreicht.

Es ist zu betonen, daß bei der Ausführung der Faltungsoperation auf den Entfaltungsverbotseingang 16 ein Verbotspotential und auf den Faltungsverbotseingang 15 ein Freigabepotential gegeben wird.

Im Impulszählbetrieb befinden sich im Ausgangszeitpunkt alle Flipflops 8 im zurückgesetzten Zustand, am Entfaltungsverbotseingang 16 liegt ein Verbotspotential an und am Faltungsverbotseingang 15 ein Freigabepotential an. Der erste Zählimpuls gelangt zum Funktionseingang 25 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^0 entspricht, und kippt das Flipflop 8 dieser Funktionszelle 1 in den gesetzten Zustand. In der Einrichtung wird folgender Code eingeschrieben:

	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}
65	1 = 0	0	1	0	0	0

Dann gibt man auf den Faltungssteuereingang der Einrichtung 1-Signale zur Durchführung der Faltung (Parameter dieser Signale siehe oben).

Der zweite Zählimpuls trifft über das logische ODER-Glied 20 zur Nullstellung des Flipflops ein und steuert

29 21 053

das Flipflop 8 in den zurückgesetzten Zustand um. Hierbei erscheint am Entfaltungssignalausgang ein 1-Signal, das über den ersten Entfaltungssignaleingang 12, das ODER-Glied 19, das Flipflop 8 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^1 entspricht, und über den zweiten Entfaltungssignaleingang 13, das logische ODER-Glied 24 und das logische ODER-Glied 19, das Flipflop 8 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^2 entspricht, in den gesetzten Zustand kippt. Der zweite Zählimpuls wird über das logische ODER-Glied 24 und das logische ODER-Glied 19 an den Setzeingang des Flipflops 8 der Funktionszelle 1, die dem Stellenwert α^0 entspricht, gegeben. Dieses Signal erscheint an dem Setzeingang des Flipflops 8 nach einer Zeit 2τ gegenüber dem Funktionseingang 25 und steuert das Flipflop 8 in den gesetzten Zustand um. Somit bringt der zweite Zählimpuls die Einrichtung in folgenden Zustand:

	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}
2 = 0	0	1	1	1	0	

Jetzt findet beim Eintreffen eines Faltungsfreigabe-1-Impulses eine Codefaltung auf ähnliche Art statt, d. h. die Einrichtung nimmt folgenden Zustand an:

	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}
2 = 0	1	0	0	1	0	

was die Minimalform der Zahl 2 im »goldenen« Code darstellt.

Es ist nun leicht einzusehen, daß nach dem Ankommen des dritten und vierten Zählimpulses die Änderung des Zustandes der Einrichtung wie folgt geschieht:

	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}
3 =	0	1	1	0	1	0
4 =	1	0	1	0	1	0

Die erfindungsgemäße Einrichtung hat eine hohe Selbstüberwachungsfähigkeit. Das Endresultat der Arbeit dieser Einrichtung ist immer der Minimalcode der »goldenen« Proportion. Sollte infolge einer Störung in der Schaltung die Einrichtung die Reduktion des Codes auf die Minimalform nicht realisieren, so wird dies sofort am Anlegen eines 1-Signals an dem Kontrollausgang 28 einer der Funktionszellen 1 erkannt. Zum Beispiel, findet in irgendeiner Funktionszelle 1 eine Unterbrechung am Ausgang des logischen Faltungs-UND-Gliedes 10 statt, so führt dies dazu, daß beim Entstehen einer Situation

0	1	1
↑	└───┘	

nach dem Anlegen eines 1-Signals an den Steuereingang der Einrichtung keine Faltung stattfindet. Dies führt zum Anlegen eines 1-Signals an dem Kontrollausgang 23 der entsprechenden Funktionszelle 1. Somit ist der Faltungsvorgang ein Kontrollvorgang.

Nachstehend soll am Beispiel einer neunstelligen Einrichtung, die ähnlich der in Fig. 2 gezeigten sechsstelligen Einrichtung ausgeführt werden kann, die Addition von Zahlen in dem Code der »goldenen« p -Proportion betrachtet werden.

Die Einrichtung funktioniert als Serienspeicheraddierer wie folgt. Es sollen die beiden Zahlen $4 + 4$ im »goldenen« Code addiert werden. Dazu ist zuerst in die Einrichtung der »goldenen« Code des ersten Summanden einzuschreiben:

α^4	α^3	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}	α^{-4}
0	0	1	0	1	0	1	0	0

wonach jede der Einer-Stellen seriell an die entsprechenden Funktionseingänge 25 der Einrichtung zu legen ist. Wird die Addition seitens der niedrigwertigen Stellen realisiert, so läuft der Additionsvorgang wie folgt ab:

1) Anlegen des 1-Signals der 2. Stelle										
	α^4	α^3	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}	α^{-4}	
	0	0	1	0	1	0	1	0	0	} Additionsvorgang
+	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	0	0	1	0	1	0	1	1	1	} Reduktion auf die Minimalform
	0	0	1	0	1	1	0	0	1	
	0	0	1	1	0	0	0	0	1	
	0	1	0	0	0	0	0	0	1	

2) Anlegen des 1-Signals der 4. Stelle

α^4	α^3	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}	α^{-4}	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	} Additionsvorgang
0	0	0	0	1	0	0	0	0	
0									
0	1	0	0	1	0	0	0	1	

3) Anlegen des 1-Signals der 6. Stelle

α^4	α^3	α^2	α^1	α^0	α^{-1}	α^{-2}	α^{-3}	α^{-4}	
0	1	0	0	0	1	0	0	1	} Additionsvorgang
0	0	1	0	0	0	0	0	0	
0									
0	1	1	0	1	0	0	0	1	} Reduktion auf die Minimalform
1	0	0	0	1	0	0	0	1	

Der Additionsvorgang ist beendet.

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform weist somit erhöhte Funktionssicherheit und erweiterte Funktionsmöglichkeit auf. Sie bildet die Haupteinheit der Einrichtungen, die in Fibonacci- p -Codes und in Codes der »goldenen« Proportion arbeiten. Auf der Grundlage dieser Einrichtung können alle Hauptbaugruppen des digitalen Gerätebaus, die die Eigenschaft einer natürlichen Selbstüberwachung erhalten, aufgebaut werden. Die Erhöhung der Informationssicherheit der digitalen Geräte, die in Codes mit Irrationsbasis arbeiten, ist nämlich der hauptsächlich praktische Vorzug der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Kurz umrissen bezieht sich die Erfindung auf das Gebiet der Rechentechnik und betrifft insbesondere Einrichtungen zur Umsetzung von Codes mit Irrationsbasis, beispielsweise zur Reduktion des Fibonacci- p -Codes und des Codes der »goldenen« p -Proportion auf die Minimalform.

Die Einrichtung zur Reduktion von Codes mit Irrationsbasis auf die Minimalform enthält n typengleiche Funktionszellen 1 nach der Zahl der Codestellen, von denen jede l -te ein Flipflop 8 mit einem Recheneingang und ein logisches Faltungs-UND-Glied 10, bei welchem einer der Eingänge an den invertierten Ausgang 9 des Flipflops 8 gelegt ist, umfaßt. Der nichtinvertierte Ausgang, der Setzeingang, der Rücksetzeingang und der Recheneingang des Flipflops 8 bilden jeweils den Informationsausgang 3, den Informationseingang 2, den Umstellsignaleingang und den Faltungssetzeingang 6 der l -ten Funktionszelle 1. Die restlichen Eingänge des logischen Faltungs-UND-Gliedes 10 bilden jeweils den ersten und zweiten Faltungssignaleingang 4 bzw. 5 und den Faltungssteuereneingang 7 der l -ten Funktionszelle 1. In der l -ten Funktionszelle 1 ist der Invertierungssignaleingang an den Informationsausgang 3 der $(l-1)$ -ten Funktionszelle und der Faltungssignalausgang an den ersten Faltungssignaleingang 4 der $(l-1)$ -ten Funktionszelle 1 und den zweiten Faltungssignaleingang 5 der $(l-p-1)$ -ten Funktionszelle 1 gelegt, wobei n die Codestellenzahl, $l = 0, 1, 2 \dots (n-1)$, $p = 1$ ist.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

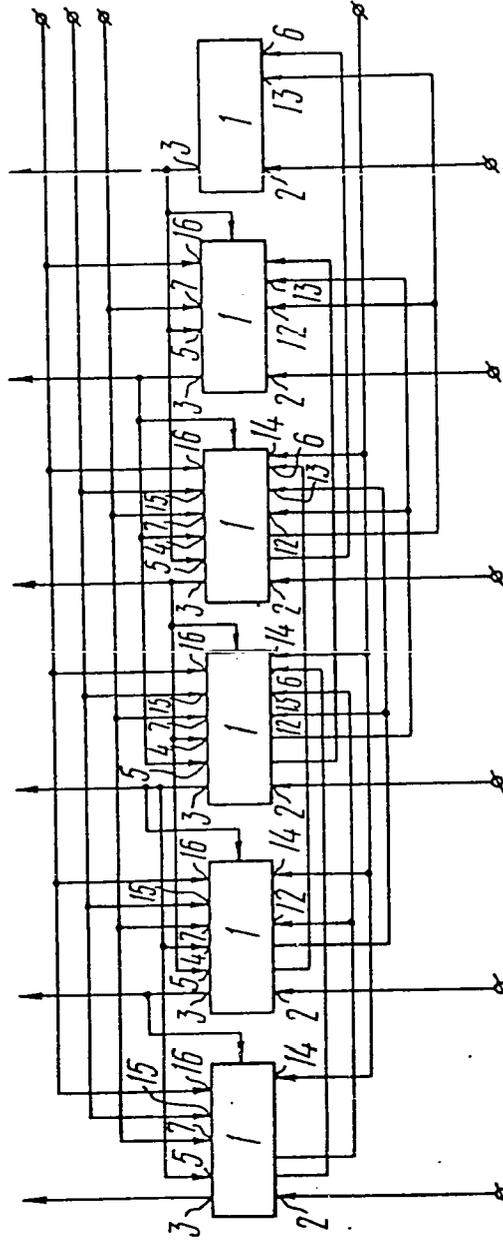


FIG. 2

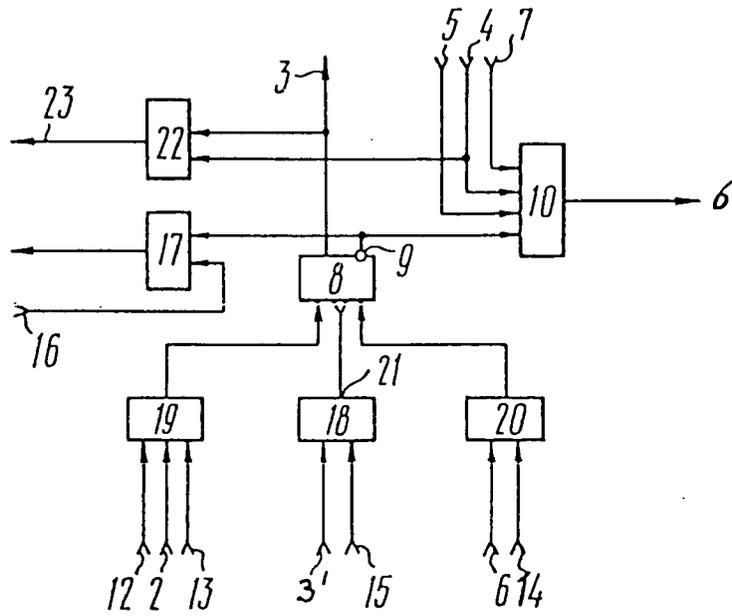


FIG. 3

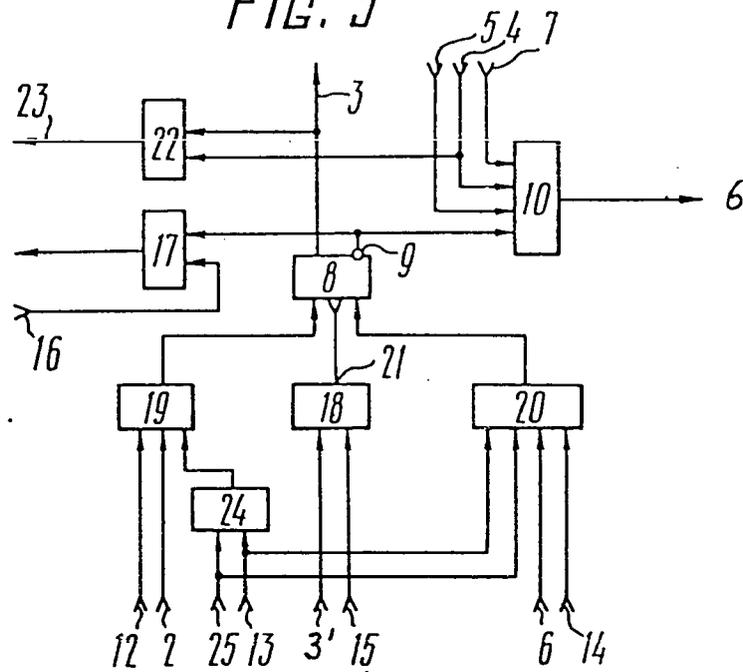


FIG. 4