



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.11.2000 Patentblatt 2000/46

(51) Int Cl.7: **G10L 19/00**

(21) Anmeldenummer: **00440136.0**

(22) Anmeldetag: **09.05.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Fingscheidt, Tim**
81543 München (DE)
• **Noé, Bernhard**
70736 Fellbach (DE)

(30) Priorität: **10.05.1999 DE 19921504**

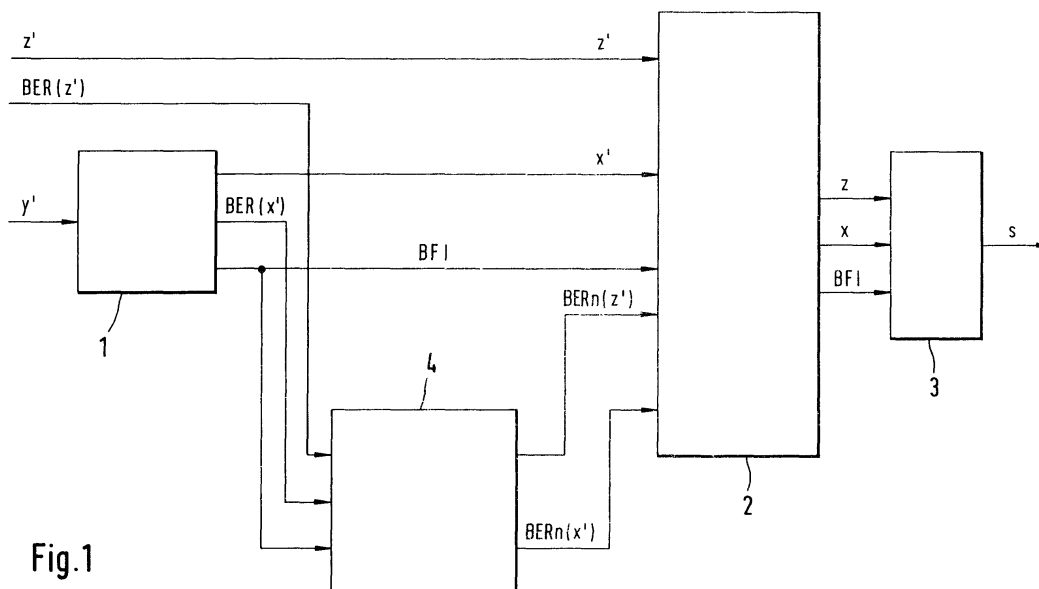
(74) Vertreter: **Müller, Joachim, Dipl.-Ing. et al**
Alcatel
Intellectual Property Department, Stuttgart
Postfach 30 09 29
70449 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(54) **Verfahren und Schaltungsanordnung zur Ermittlung einer Qualitätsinformation für die Fehlerentdeckung in der Übertragung eines Sprachsignals**

(57) In digitalen Übertragungssystemen, wie beispielsweise in Mobilfunksystemen, hängt die Sprachqualität wesentlich von der Korrekturfähigkeit des Kanaldecodierverfahrens ab. Zur Verbesserung der Sprachqualität werden Fehlerverdeckungsmaßnahmen getroffen, deren Wirksamkeit von der Genauigkeit der Qualitätsinformation der Kanalübertragungsqualität bestimmt wird. Erfindungsgemäß werden bekannte Qualitätsinformationen so kombiniert und transformiert, daß

sie für die Fehlerverdeckungsmaßnahmen als zuverlässige Eingangsparameter geeignet sind. Durch Berücksichtigung des Bad Frame Indikator BFI bei der Auswahl der Transformationsvorschriften lassen sich unterschiedliche Transformationsvorschriften an die jeweiligen Übertragungsbedingungen anpassen. Das Verfahren ist einfach realisierbar, wenn in einem upstream-Kanal eine Transformationseinheit (4) zwischen Kanaldecodierer (1) und Fehlerverdeckungseinheit (2) eingefügt wird.



Beschreibung

[0001] In digitalen Übertragungssystemen, wie beispielsweise in Mobilfunksystemen nach dem GSM-Standard, hängt die Qualität der übertragenen Sprachsignale wesentlich von der Korrekturfähigkeit des Kanaldecodierverfahrens ab. Dennoch ist es nicht zu vermeiden, daß bei der Kanaldecodierung Restbitfehler auftreten, die eine merklich verschlechterte Sprachqualität zur Folge haben. Um diese mangelnde Sprachqualität zu verbessern, werden üblicherweise vor oder nach der Sprachdecodierung Fehlerverdeckungsmaßnahmen getroffen. Welcher Art diese Fehlerverdeckungsmaßnahmen sind, hängt wesentlich von der Genauigkeit einer Qualitätsinformation ab, die ein Maß für Übertragungsqualität des Kanals und letztlich für die Sprachqualität ist.

[0002] So ist ein sogenannter Soft-Output Viterbi Algorithmus, kurz SOVA, bekannt, mit dem zu jedem decodierten Bit ein Qualitätswert geliefert wird, vgl. Hagenauer J., Hoeher P.: A Viterbi Algorithm with Soft-Decision Outputs and its Applications, Proc. of GLOBECOM '89, Seiten 1680-1686, Dallas, Texas, November 1989. Zwar ist dieser Algorithmus relativ einfach realisierbar, doch liefert er Qualitätsinformationen, die die Sprachqualität noch nicht zufriedenstellend verbessern.

[0003] Es ist weiterhin ein Fehlerverdeckungsverfahren in einem TDMA-Funksystem bekannt, mit dem Qualitätsinformationen aus dem Kanaldecodierverfahren gewonnen werden, vgl. US 5,502,713. In einem sogenannten SoftValue Calculator werden aus Qualitätsinformationen Wichtungsfaktoren berechnet, mit denen aktuell und früher empfangene Parameter des Sprachcodierverfahrens bewertet und interpoliert werden.

[0004] Mit der Erfindung wird nun die Aufgabe gelöst, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung anzugeben, mit denen bekannte Qualitätsinformationen so verbessert werden, daß für Fehlerverdeckungsmaßnahmen geeignetere Eingangsparameter zur Verfügung stehen.

[0005] Diese Aufgabe wird mit dem im ersten Anspruch beschriebenen Verfahren und mit der im siebten Anspruch beschriebenen Schaltungsanordnung gelöst.

[0006] Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß Qualitätsinformationen vor der Kanaldecodierung mit solchen nach der Kanaldecodierung kombiniert werden und anschließend durch eine Transformationseinheit nach unterschiedlichen, an die Übertragungsbedingungen angepaßten Transformationsvorschriften bearbeitet werden, so daß eine verbesserte Qualitätsinformation für eine nachfolgende Fehlerverdeckungseinheit gebildet wird.

[0007] Die Erfindung wird nunmehr an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In der dazugehörigen Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung und

Fig. 2 eine schematische Darstellung von Datenblöcken am Eingang einer Fehlerverdeckungseinheit.

[0008] Gemäß Fig. 1 besteht eine Schaltungsanordnung für die Sprachübertragung in Richtung eines Teilnehmerendgerätes (engl. upstream) in einem digitalen Mobilfunksystem aus einem Kanaldecodierer 1, einer Fehlerverdeckungseinheit 2 und einem Sprachdecodierer 3 sowie erfindungsgemäß aus einer Transformationseinheit 4. Dem Kanaldecodierer 1 wird ein Eingangssignal y' zugeführt, aus dem der Kanaldecodierer 1 den aus Gründen des Fehlerschutzes im Sender erzeugten Fehlerschutzcode decodiert und als Ausgangssignal x' zur Verfügung stellt. Ein Teil der übertragenen Daten kann auch ohne Fehlerschutzcode übertragen werden und ist in Fig. 1 als Datensignal z' dargestellt. Der Fehlerschutzcode kann entweder kontinuierlich oder jeweils für einen Datenblock der Länge bl erzeugt werden. Bei blockorientierter Verarbeitung setzt sich gemäß Fig. 2 die Anzahl bl der Eingangsbits der Fehlerverdeckungseinheit 2 aus einer Anzahl M Eingangsbits des Datensignals z' ohne Fehlerschutzcode und aus einer Anzahl L Eingangsbits des Ausgangssignals x' des Kanaldecodierers 1 zusammen. Von dem Kanaldecodierer 1 wird eine Bitfehlerrate $BER(x')$ des Ausgangssignals x' des Kanaldecodierers 1 geschätzt. Die Bitfehlerrate wird auch als Soft-Output oder allgemein als Qualitätsinformation bezeichnet. Eine Bitfehlerrate $BER(z')$ des Datensignals z' ohne Fehlerschutzcode kann beispielsweise von einem Empfänger oder einem Equalizer geschätzt werden. Die so zur Verfügung stehenden geschätzten Qualitätsinformationen $BER(x')$ und $BER(z')$ werden nunmehr als Eingangsgrößen der Transformationseinheit 4 zugeführt und werden gemäß der nachfolgenden Vorschriften so weiterverarbeitet, daß der Fehlerverdeckungseinheit 2 verbesserte Qualitätsinformationen zugeführt werden, um die Qualität des Ausgangssignals s des Sprachdecodierers 3 zu erhöhen.

Transformationsvorschriften:

[0009]

a) Separate Mittelwertbildung aus Qualitätsinformationen

$$BERn(x'_i) = \frac{1}{L} \sum_{k=0}^{L-1} BER(x'_k)$$

$$i = 0, 1, \dots, L-1$$

$$BERn(z'_j) = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} BER(z'_k)$$

$$j = 0, 1, \dots, M-1$$

Dabei wird angenommen, daß L Werte x'_i und M Werte z'_j pro Block vorhanden sind. Mit $BERn(x')$ und $BERn(z')$ werden die durch die Transformation verbesserten Werte der Bitfehlerrate $BER(x')$ und $BER(z')$ bezeichnet.

b) Gemeinsame Mittelwertbildung aus vorliegenden Qualitätsinformationen

$$BERn(x'_i) = BERn(z'_j) = \frac{1}{L+M} \left[\sum_{k=0}^{L-1} BER(x'_k) + \sum_{t=0}^{M-1} BER(z'_t) \right]$$

$$i = 0, 1, \dots, L-1$$

$$j = 0, 1, \dots, M-1$$

Es gelten auch hier die unter a) beschriebenen Annahmen.

c) Mittelwertbildung mit Auswahlkriterium, Variante 1

$$BERn(x'_i) = \max_L \{ BER(x'_i), BER_{tmp} \}$$

mit

$$BER_{tmp} = \min \left[a + \frac{b}{L} \sum_{k=0}^{L-1} BER(x'_k), 0.5 \right] \quad (1)$$

$$i = 0, 1, \dots, L-1$$

Der verbesserte Schätzwert $BERn(x')$ der vom Kanaldecodierer 1 geschätzten Bitfehlerrate $BER(x')$ wird aus dem Maximum der einzelnen vom Kanaldecodierer 1 geschätzten Bitfehlerraten $BER(x'_i)$ und einer Bitfehlerwahrscheinlichkeit BER_{tmp} ermittelt. Die Bitfehlerwahrscheinlichkeit BER_{tmp} ergibt sich gemäß Gleichung (1) aus dem zuvor unter a) beschriebenen Mittelwert.

d) Mittelwertbildung mit Auswahlkriterium, Variante 2

$$BERn(x'_i) = \max_L \{ BER(x'_i), BER_{tmp} \}$$

mit

$$BER_{tmp} = \max \left[c + \frac{d}{L} \sum_{k=0}^{L-1} BER(x_k'), 0.0 \right]$$

$i=0, 1, \dots, L-1$

Die hier beschriebene Transformationsvorschrift unterscheidet sich von der unter c) beschriebene durch die Ermittlung der Bitfehlerwahrscheinlichkeit BER_{tmp} .

[0010] Die in den unter c) und d) in den Transformationsvorschriften genannten Parameter a, b, c und d werden in Abhängigkeit von den jeweiligen Übertragungsmodi, wie GSM Full Rate oder GSM Enhanced Full Rate, gewählt.

[0011] Besonders vorteilhaft ist es, die Ausführung der einzelnen Verfahrensschritte von einem sog. Bad Frame Indicator BFI abhängig zu machen. Je nach Qualität der Übertragungsbedingungen wird das Signal BFI auf "1" bei schlechten Übertragungsbedingungen und auf "0" bei guten Übertragungsbedingungen gesetzt. Gemäß Fig. 1 wird das Signal BFI bedarfsweise der Fehlerverdeckungseinheit 2, dem Sprachdecodierer 3 und der Transformationseinheit 4 zugeführt, so daß damit die Baugruppen aktiviert oder deaktiviert werden können. Außer zur Aktivierung/Deaktivierung der genannten Baugruppen kann das Signal BFI mit den Transformationsvorschriften verknüpft werden. Damit wird erreicht, daß die Zuverlässigkeit der Qualitätsinformationen an die Übertragungsbedingungen besser angepaßt wird. So kann beispielsweise mit der unter c) beschriebenen Transformationsvorschrift die geschätzte Bitfehlerrate $BER_n(x')$ erhöht werden, so daß damit bei schlechten Übertragungsbedingungen, also bei BFI=1, eine Unterschätzung der Bitfehlerrate durch den Soft-Output Viterbi Algorithmus kompensiert werden kann. Bei guten Übertragungsbedingungen, also bei BFI=0, ist der Einsatz der unter d) genannten Transformationsvorschrift geeigneter, um die Bitfehlerrate zu reduzieren und um somit Auswirkungen von Modellfehlern des Übertragungssystem zu vermeiden.

[0012] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden im Vergleich zum bekannten Stand der Technik zuverlässigere Qualitätsinformationen erhalten, so daß eine verbesserte Parameterschätzung für Fehlerverdeckungsmaßnahmen möglich wird. Damit wird eine bessere Sprachqualität nach dem Sprachdecodierer 3 erreicht. Das Verfahren ist im Vergleich zu bekannten komplexeren Algorithmen mit geringerem Aufwand realisierbar, da lediglich eine Transformationseinheit 4 zwischen Kanaldecodierer 1 und Fehlerverdeckungseinheit 2 eingefügt werden muß.

[0013] Die in Fig. 1 dargestellte Schaltungsanordnung ist als integrierte Schaltung realisierbar, wobei bedarfsweise folgende Integrationsmöglichkeiten wählbar sind:

- Kanaldecodierer 1 und Transformationseinheit 4
- Fehlerverdeckungseinheit 2 und Sprachdecodierer 3
- Kanaldecodierer 1, Transformationseinheit 4 und Fehlerverdeckungseinheit 2
- Transformationseinheit 4 und Fehlerverdeckungseinheit 2

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Qualitätsinformation über die Übertragungsqualität eines Sprachsignals, das in einem digitalen Übertragungssystem über einen Kanaldecodierer (1) und über eine Fehlerverdeckungseinheit (2) und über einen Sprachdecodierer (3) einen Teilnehmer erreicht und bei dem von dem Kanaldecodierer (1) aus einer ersten Anzahl (y') Eingangsbits eine erste Bitfehlerrate ($BER(x')$) geschätzt wird und bei dem aus einer zweiten Anzahl (z') Eingangsbits von einem Empfänger oder Equalizer eine zweite Bitfehlerrate ($BER(z')$) geschätzt wird,

dadurch gekennzeichnet, daß

mittels einer Transformationseinheit (4) die erste Bitfehlerrate ($BER(x')$) und die zweite Bitfehlerrate ($BER(z')$) gemäß einer Transformationsvorschrift, derart verarbeitet und kombiniert werden, daß eine Qualitätsinformation als Eingangsparameter für die Fehlerverdeckungseinheit (2) ermittelt wird, durch die eine Verbesserung der Sprachqualität bewirkt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Transformationseinheit (4) ein erster Mittelwert ($BER_n(x')$) aus den blockweise ermittelten ersten Bitfehlerraten ($BER(x')$) und ein zweiter Mittelwert ($BER_n(z')$) aus den blockweise ermittelten zweiten Bitfehlerraten ($BER(z')$) gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Transformationseinheit (4) aus den ersten Bitfehlerraten ($BER(x')$) und den zweiten Bitfehlerraten ($BER(z')$) ein gemeinsamer Mittelwert gebildet wird gemäß

$$BERn(x'_i) = BERn(z'_i) = \frac{1}{L+M} \left(\sum_{k=0}^{L-1} BER(x'_k) + \sum_{t=0}^{M-1} BER(z'_t) \right)$$

$$i=0, 1, \dots, L-1$$

$$i=0, 1, \dots, M-1$$

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Transformationseinheit (4) nach einem ersten Auswahlkriterium aus den ersten Bitfehlerraten ($BER(x')$) ein Qualitätsmaß ermittelt wird gemäß

$$BERn(x'_i) = \max_L \{ BER(x'_i), BER_{tmp} \}$$

mit

$$BER_{tmp} = \min \left[a + \frac{b}{L} \sum_{k=0}^{L-1} BER(x'_k), 0.5 \right]$$

$$i=0, 1, \dots, L-1$$

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Transformationseinheit (4) nach einem zweiten Auswahlkriterium aus den ersten Bitfehlerraten ($BER(x')$) ein Qualitätsmaß ermittelt wird gemäß

$$BERn(x'_i) = \max_L \{ BER(x'_i), BER_{tmp} \}$$

mit

$$BER_{tmp} = \max \left[c + \frac{d}{L} \sum_{k=0}^{L-1} BER(x'_k), 0.0 \right]$$

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformationsvorschrift der Transformationseinheit (4) in Abhängigkeit vom Wert eines sogenannten Bad Frame Indikators (BFI) ausgewählt wird.

7. Schaltungsanordnung zur Realisierung des Verfahrens dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Kanaldecoder (1) und der Fehlerverdeckungseinheit (2) die Transformationseinheit (4) derart geschaltet ist, daß der erste Bitfehlerrate ($BER(x')$) liefernde Ausgang des Kanaldecodierers (1) mit einem ersten Eingang der Transformationseinheit (4) verbunden ist, daß an einem zweiten Eingang der Transformationseinheit (4) die von einem Empfänger oder Equalizer gelieferte zweite Bitfehlerrate ($BER(z')$) liegt und daß die Ausgänge der Transformationseinheit (4) mit der Fehlerverdeckungseinheit (2) verbunden sind.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein dritter Eingang der Transformationseinheit (4) und die Fehlerverdeckungseinheit (2) mit einer den Bad Frame Indikator (BFI) liefernden Leitung verbunden sind.

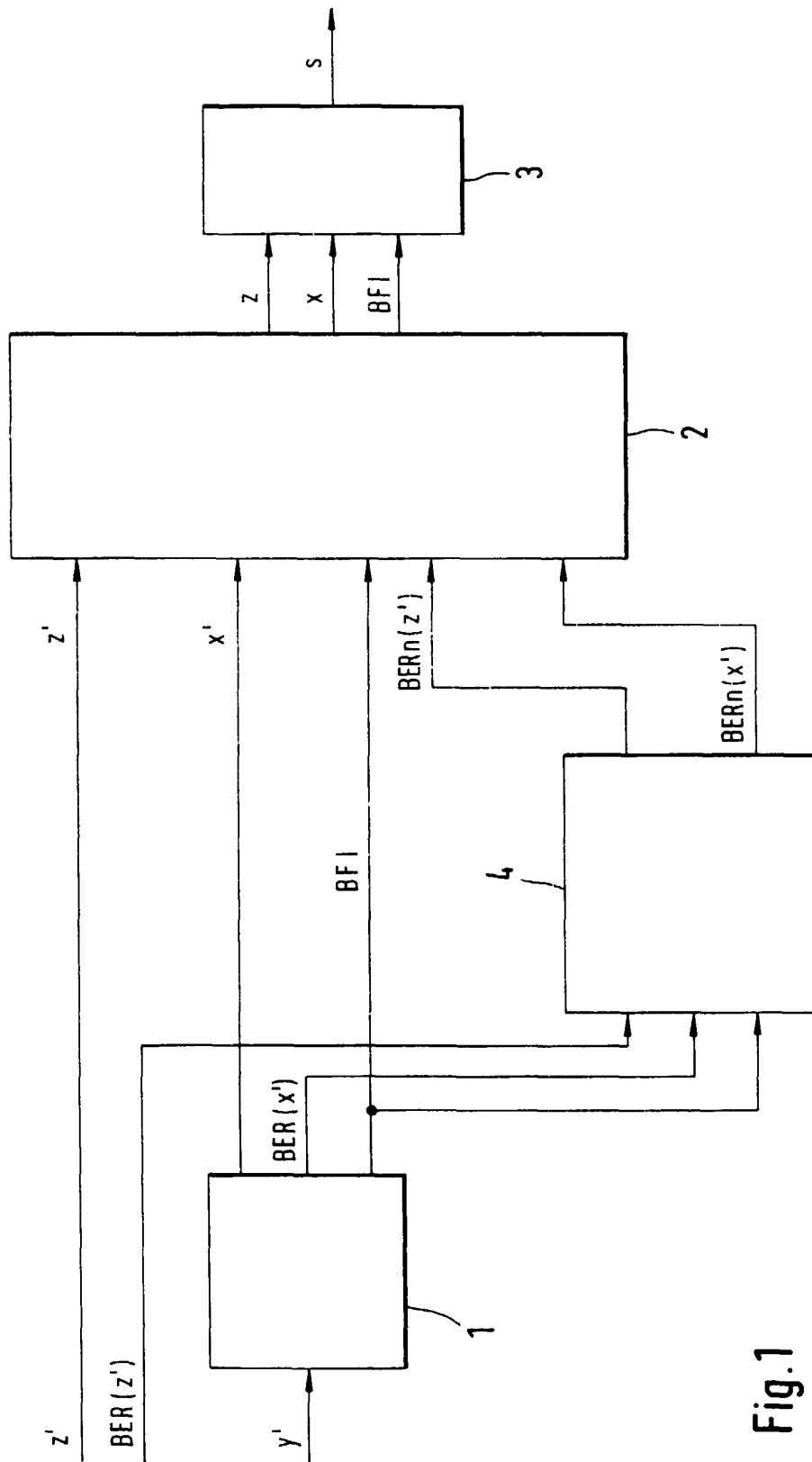


Fig.1

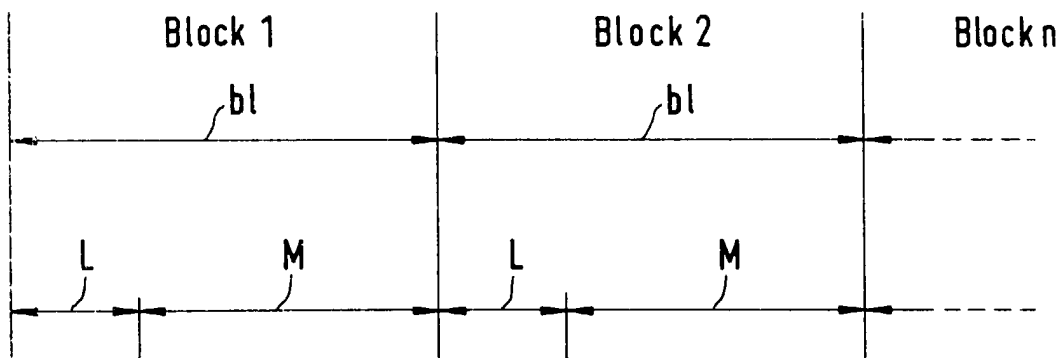


Fig.2