



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

(11) DD 290 737 A5

5(51) H 01 B 11/04

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD H 01 B / 336 048 2 (22) 21. 12. 89 (44) 06. 06. 91

(71) siehe (73)
(72) Bohm, Gerhard, Prof. Dr. sc. nat.; Gabler, Wolfgang, Dipl.-Phys., DE
(73) VEB Kabelwerk Adlershof im Kombinat VEB KWO „Wilhelm Pieck“, Büchnerweg 81–91, O - 1199 Berlin, DE
(74) siehe (73)

(54) Hochfrequenz-Vielfachleitung

(55) Hochfrequenz; F.F.; Vielfachleitung, übersprechen; Dielektrikum; Permeabilität (magnetische); Ferromagnetika (weichmagnetische); Frequenzverhalten; Störpegel (induktiver)

(57) Die Erfindung betrifft eine HF-Vielfachleitung zur hochfrequenten parallelen Signalübertragung, wie sie beispielsweise in der Computertechnik benutzt wird. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Vielfachleitung gelöst, bei der die Signalleiter in ein Dielektrikum mit hoher magnetischer Permeabilität und die Masseleiter in ein Dielektrikum mit geringer magnetischer Permeabilität eingebettet sind, wobei das Dielektrikum der Signalleiter weichmagnetische Ferromagnetika, die eine hohe magnetische Permeabilität aufweisen und deren Frequenzverhalten dem Frequenzbereich der zu übertragenden elektrischen Signale entspricht, enthält. Mit der erfindungsgemäßen Vielfachleitung werden das Übersprechen an Unstetigkeitsstellen und das längenproportionale Übersprechen wesentlich vermindert. Als weiterer Vorteil entsteht eine Verringerung des induktiven Störpegels in der Umgebung.

Patentanspruch:

HF-Vielfachleitung zur hochfrequenten parallelen Signalübertragung, bestehend aus Signal- und Masseleitern, die in Dielektrika mit beigemischten ferromagnetischen Stoffen eingebettet sind, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Signalleiter in ein Dielektrikum mit hoher magnetischer Permeabilität und die Masseleiter in ein Dielektrikum mit geringer magnetischer Permeabilität eingebettet sind, wobei das Dielektrikum der Signalleiter weichmagnetische Ferromagnetika, die eine hohe magnetische Permeabilität aufweisen und deren Frequenzverhalten dem Frequenzbereich der zu übertragenden elektrischen Signale entspricht, enthält.

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine HF-Vielfachleitung zur hochfrequenten parallelen Signalübertragung, wie sie beispielsweise in der Computertechnik benutzt wird.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei der Verwendung vieladriger Leiter oder Vielfachkabel zur parallelen Übertragung hochfrequenter elektrischer Signale ist die Forderung nach geringer gegenseitiger elektromagnetischer Beeinflussung der einzelnen Signalkanäle (geringem Übersprechen) oft besonders kritisch. Der dafür erforderliche erhöhte Materialeinsatz (Schirmung) oder Fertigungsaufwand (Verdrillen) führt oft zu Einschränkungen hinsichtlich der möglichen Kabellänge und der Zahl der parallelen Kanäle. Bei der gegenseitigen Störung muß unterschieden werden zwischen Übersprechen an Unstetigkeiten (Ein- und Auskoppelstellen, Abschlußnetzwerken, Steckverbindern, Fertigungsfehlern u. a.), das auch Reflexionen in den erregenden Kanal selbst oder in Nachbarkanäle einschließt, und Übersprechen beim Durchlaufen einer homogenen stetigen Kabelstrecke, hier längenproportionales Übersprechen genannt. Die bekannten Prinzipien zur Unterdrückung des Übersprechens haben verschiedene Wirkung auf unterschiedliche Arten des Übersprechens.

Wirksam gegen beide Arten sind folgende oft angewandte Maßnahmen:

- Verwendung geschirmter Leiteradern (z. B. Vielfach-Koaxialleitung)
Nachteile: höherer Materialaufwand, komplizierte Herstellungs- und Beschaltungstechnologie
- Paarweises Verdrillen der Adern bei Verwendung bipolarer Signale (twister-pair-Kabel)
Nachteile: kompliziertere Herstellungstechnologie, Notwendigkeit bipolarer Aus- und Eingänge
- Vergrößern der Entfernung zwischen parallelen Übertragungskanälen, beispielsweise durch Einbringen mehrerer Masseadern zwischen je zwei Signaladern bei Flachbandleitungen
Nachteil: im allgemeinen geringere Übertragungskapazität, als bei gleichem Materialeinsatz möglich wäre
- Umgeben des Vielfachkabels mit gemeinsamer leitfähiger Abschirmung bzw. mit einem zweiten Dielektrikum mit größerem ϵ (vgl. Electronica 47 [1973] Juli 5, S. 89-92).

Diese ebenfalls bekannte Gruppe von Maßnahmen beruht darauf, daß das längenproportionale Übersprechen im Idealfall eines im gesamten Querschnitt homogenen Dielektrikums im Grenzfall fehlender Verluste und vollständig ausgebildeten Skineffektes verschwindet.

Mathematischer Ausdruck hierfür ist die Bedingung

$$\sum_{j=1}^n L_{ij} C_{jk} = \mu \epsilon \delta_{ik}; \delta_{ik} = \begin{cases} 0 & i \neq k \\ 1 & i = k \end{cases};$$

hierbei sind μ – magnetische Permeabilität
 ϵ – Dielektrizitätskonstante
 L_{ij}, C_{ij} – Induktivitäts- und Kapazitätsbelege,

definiert als Koeffizienten des Systems von $2n$ Telegraphengleichungen, die ein n -adriges Kabel unendlicher Länge beschreiben. Während bei an Luft grenzendem Dielektrikum die Homogenitätsbedingung und damit die genannte Bedingung verletzt ist, bewirken Maßnahmen dieser Art eine Annäherung an den oben genannten Idealfall ohne längenproportionales Übersprechen. Nachteilig ist, daß die unter Druck d) genannten Maßnahmen einhergehen mit einer Vergrößerung der Beiträge der Kapazitätsbelege, im Falle leitfähiger Abschirmung auch zugleich eine Verkleinerung der Induktivitätsbelege. Beides führt im allgemeinen zu einem stärkeren Übersprechen an Diskontinuitäten, letzteres bedingt durch das Anwachsen der Beträge von Nebendiagonalgliedern der Leitwertmatrix des dem Vielfachleiter äquivalenten Netzwerks. Es ist weiterhin bekannt, daß mit einer Veränderung des Verhältnisses von induktiver zu kapazitiver Last im obigen Sinne der Leistungsbedarf der Signalübertragung wächst bzw. die Dämpfung zunimmt.

Ebenfalls bekannt sind Maßnahmen zur Verringerung des Leistungsbedarfs und der Dämpfung von beliebigen Kabeln durch zusätzliche Erhöhung der Induktivitätsbelege. Dazu wird gleichmäßig und unabhängig von der Betriebsart des Kabels für die Adern eine Einbettung in Dielektrika erhöhter magnetischer Permeabilität vorgenommen, beispielsweise nach DE-OS 29 17 156. Dies hat jedoch keine Auswirkung auf das erfindungsgemäß angestrebte Vermindern des Übersprechens.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, den bei Vielfachleitungen zur Senkung sowohl des längenproportionalen Übersprechens als auch des Übersprechens an Unstetigkeitsstellen nötigen erhöhten Material- und Fertigungsaufwand zu vermeiden. Gleichzeitig soll der Leistungsbedarf für die Signalübertragung erheblich gesenkt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Übersprechen an Unstetigkeitsstellen, die längenproportionale Übersprechen sowie den induktiven Störpegel in der Umgebung wesentlich zu senken. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ausgehend von einer bestimmten festzulegenden Betriebsart der Vielfachleitung, d. h. einer Aufteilung der Leiter in Signalleiter und Masseadern, die Signalleiter in ein Dielektrikum mit hoher magnetischer Permeabilität und die Masseleiter in ein Dielektrikum mit geringer magnetischer Permeabilität eingebettet sind, wobei das Dielektrikum der Signalleiter weichmagnetische Ferromagnetika, die eine hohe magnetische Permeabilität aufweisen und deren Frequenzverhalten dem Frequenzbereich der zu übertragenden elektrischen Signale entspricht, enthält. Dadurch erfolgt eine kontrollierte Vergrößerung der Verhältnisse der Induktivitätsbelege der Signalleiter in Bezug auf benachbarte Masseadern einerseits und in Bezug auf entsprechende Signalleiter sowie entferntere Masseadern andererseits. Dies ergibt die Möglichkeit die vorgenannte Bedingung zu erfüllen, wobei unter $\mu \epsilon$ jetzt ein effektiver Mittelwert über den Leitungsquerschnitt zu verstehen ist. Damit wird das längenproportionale Übersprechen verhindert oder wesentlich gemindert. Die Wirkung auf die Koeffizienten L_{ij} , C_{ij} ist dabei jedoch so, daß die Induktivitätsbelege (ungleichmäßig) anwachsen, während die Kapazitätsbelege vom Prinzip her unverändert bleiben (soweit sich ϵ nicht verändert). Das bedeutet, daß die unter Punkt d) genannten Nachteile des bekannten Standes der Technik entfallen und sich im Gegenteil erstens auch das Übersprechen an Diskontinuitäten verringert, da in der Leitwertmatrix des dem Vielfachleiter äquivalenten Netzwerkes entsprechende Nebendiagonalglieder sich relativ verkleinern; und zweitens der Leistungsbedarf für die Signalübertragung und die Dämpfung sinken. Als weiterer Vorteil entsteht eine Verringerung des induktiven Störpegels in der Umgebung.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Beispiel näher erläutert werden. Zur Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung werden die Signalleiter in ein Material hoher magnetischer Permeabilität und die Masseleiter in ein unverändertes Dielektrikum gebettet. Danach erfolgt die Verbindung zum endgültigen Leitungsverbund. Die Herstellung des genannten Materials hoher magnetischer Permeabilität erfolgt nach an sich bekannten Verfahren durch Zumischen weicher ferromagnetischer Stoffe zum Dielektrikum. Dabei werden solche Zuschlagstoffe ausgewählt, deren Frequenzverhalten den Frequenzen der zu übertragenden elektrischen Signale entspricht. Zur näherungsweise Erfüllung der genannten Bedingung in der Charakteristik des bekannten Standes der Technik werden die relevanten Leiterparameter (L_{ij} , C_{ij}) berechnet oder am Modell und gegebenenfalls durch Verändern des Dielektrikums (Abmessungen und Werte von ϵ , μ) sowie der Leiterabmessungen und -abstände verändert. Zweckmäßigerweise erfolgt eine farbliche Kennzeichnung der Signalleiter, um den richtigen Einsatz der Vielfachleitung zu erleichtern.