Nachrichtentechn. Z. 26 (1973) H. 3, S. 111—117

Schnelle Markierer für Linksysteme beliebiger Stufenzahl

Von Rupert Hildenbrand, VDE, Lothar Katzschner, VDE und Wolfgang Lörcher

Mitteilung aus dem Institut für Nachrichtenvermittlung und Datenverarbeitung der Universität Stuttgart

1. Einführung

In modernen Vermittlungssystemen werden zum Durchschalten von Verbindungen vielstufige Koppelanordnungen mit konjugierter Durchschaltung (Linksysteme) verwendet.

Der Vorteil von Linksystemen gegenüber einstufigen Koppelanordnungen liegt in der Ersparnis an Koppelpunkten. Er wird jedoch erkauft durch eine aufwendigere Steuerung (Markierer). Sie muß u. a. in der Lage sein, durchgehend freie Wege zu finden, einen Weg auszuwählen und diesen durchzuschalten.

In den bisher realisierten Steuerungen für Linksysteme wurden im wesentlichen drei verschiedene Prinzipien der Wegesuche und -auswahl realisiert:

1. Zufällige Auswahl eines freien Weges. Beispiele für die Verwirklichung dieses Prinzips sind die in [1, 2, 3] beschriebenen Verfahren der Durchschaltung über selbstzündende Gasdioden oder bistabile Halbleiter.

2. Auswahl eines freien Weges nach einem vorgegebenen Algorithmus durch eine spezielle in hardware realisierte Steuerungslogik. Für dieses Prinzip sind viele Lösungen und Realisierungsvorschläge für Linksysteme mit elektromechanischen Koppelpunkten angegeben worden, z. B. [4 bis 10].

3. Auswahl eines freien Weges durch speicherprogrammierten Rechner. Hier wird in der Regel das Wegenetz der Koppelanordnung und dessen Belegungszustand im Speicher des Rechners nachgebildet. Die Wegesuche und -auswahl erfolgt durch logische Operationen, die Teil von im Rechner gespeicherten Programmen sind [11 bis 15].

Das Prinzip 1 setzt Koppelpunkte mit speziellen Eigenschaften voraus. Die bislang hierfür verwendeten Koppelelemente weisen jedoch zu viele Nachteile in Bezug auf ihre „Kontakt"-Eigenschaften (z. B. Durchlaßwiderstand) auf, so daß zur Zeit das Interesse hauptsächlich auf die Prinzipien 2 und 3 gerichtet ist. Beim Prinzip 3 wird der Rechner durch das Wegesuchprogramm zeitlich belastet; außerdem beansprucht dieses Programm sowie die Nachbildung des Wegenetzes einschließlich dessen Belegungszustandes einen großen Teil des Arbeitsspeichers. Darüber hinaus muß die Übereinstimmung vom tatsächlichen Zustand im Wegenetz und seiner Abbildung im Arbeitsspeicher unbedingt sichergestellt sein. Schließlich ist ein umfangreicher laufender Austausch von Daten zwischen Koppelanordnung und Rechner erforderlich.

Im Falle einer räumlichen Trennung von Vermittlungsrechner und Koppelnetz, wie sie z. B. bei Konzentratoren als Vorfeldeinrichtungen häufig auftritt, ist dort die Anwendung von Prinzip 2 am zweckmäßigsten. Es ist dann — im Vergleich zu Prinzip 3 — nur ein geringer Austausch von Steuerdaten zwischen Rechner und Konzentrator notwendig. Aber auch sonst ist das Prinzip 2 vorteilhaft anwendbar, da beim Prinzip 3 der Aufwand an Steuerungslogik für die Zustandsabfrage und Ansteuerung der Koppelpunkte vergleichbar groß ist.

Bei fast allen bisherigen Lösungen wurden sowohl die Koppelpunkte als auch ein großer Teil der Steuerungslogik durch Kontakte und elektromechanische Relais verwirklicht. Hier werden Steuerungen nach Prinzip 2 dargestellt, die ausschließlich mit integrierten Halbleiterbauelementen ausführbar sind und die Ansteue-

rung von beliebigen Koppelpunkten (elektronische oder elektromechanische) gestatten.

Im folgenden werden zwei Markierverfahren behandelt:

— Zwischenleitungsmarkierung (ZLM)

Die Auswahl der Teilstücke eines durchzuschaltenden Weges erfolgt hierbei durch die sukzessive Festlegung aufeinanderfolgender Zwischenleitungen (Zl). Dabei wird jeweils nur unter solchen freien Zl ausgewählt, deren weitere Durchschaltung bis zum Zielpunkt (Ein- und Ausgang) möglich ist; *Bild 1.*

— Koppelvielfachmarkierung (KVM)

Die Auswahl eines Teilstücks eines durchzuschaltenden Weges erfolgt durch die sukzessive Festlegung zweier Koppelvielfache (Kvf) in benachbarten Stufen; Bild 1.

Beide Verfahren liefern bei gleicher Absuchstrategie dieselben Belegungsmuster. Sie unterscheiden sich jedoch wesentlich in der Struktur des Steuernetzes.

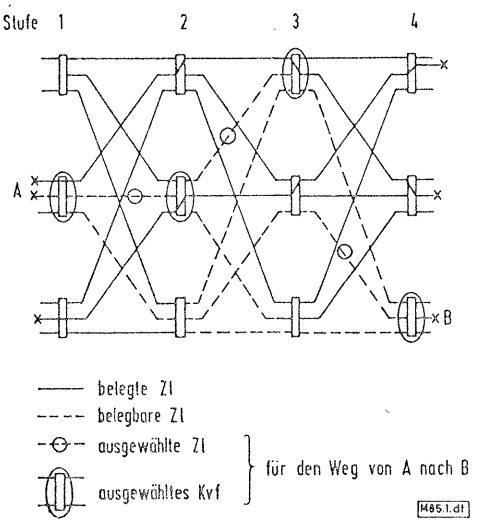

Bild 1.
Auswahl eines möglichen freien Weges von A nach B bei ZLM bzw. KVM für den Fall „Absuchen der Zl bzw. Kvf von oben nach unten".
Zl: Zwischenleitung
Kvf: Koppelvielfach
ZLM: Zwischenleitungsmarkierung
KVM: Koppelvielfachmarkierung.

2. Strukturen der betrachteten Linksysteme

Bild 2 zeigt die allgemeine Struktur des Sprechwegenetzes eines Linksystems mit s Stufen. Dabei ist es nicht erforderlich, daß jedes Koppelvielfach (Kvf) der Stufe ν ($\nu = 1, \ldots, s-1$) mit allen Kvf der nachfolgenden Stufe $\nu+1$ durch je $l_{\nu,\nu+1} \geqq 1$ Zwischenleitung (Zl) verbunden ist.

Es wird zunächst eine Struktur mit maximal einer Zl zwischen Kvf benachbarter Stufen vorausgesetzt und dazu werden Markierverfahren für Punkt-Punkt-Wahl vorgeschlagen. Dabei muß von einem bestimmten freien Eingang zu einem bestimmten freien Ausgang durchgeschaltet werden, sofern noch mindestens ein durchgehend freier Weg zwischen diesen beiden Punkten vorhanden ist.

Anschließend werden einige Erweiterungen wie Punkt-Bündel-Wahl, Mischwahl, Einfluß von Mischungen, untersucht.

3. Die Steuerung

3.1. *Die Aufgaben der Steuerung*

In einem Linksystem gibt es im allgemeinen mehrere Wege von einem bestimmten Eingang zu einem bestimmten Ausgang; Bild 1.

Grundsätzlich bestehen deshalb die Aufgaben der Steuerung bei allen Verfahren nach Prinzip 2 aus:

— Feststellen des Belegungszustandes der Zwischenleitungen

— Bestimmen aller durchgehend freien Wege des Linksystems vom markierten Eingang zum markierten Ausgang

— Auswahl eines freien Weges und Durchschalten dieses Weges

— Trennen eines belegten Weges

Um diese Aufgaben zu erfüllen, liegt parallel zum Sprechwegenetz ein Steuernetz (Markierer); Bild 2. Dieses Steuernetz kann entsprechend seinen verschiedenen Aufgaben in mehrere Teile untergliedert werden:

Einstell-, Auslöse-, Anbiet- und Auswahlteil.

Diese Teilnetze sind untereinander über Steuerleitungen verbunden. Der besseren Übersicht halber werden diese Teile in Bild 2 getrennt betrachtet, obwohl ihre Funktion teilweise von denselben Baugruppen ausgeführt

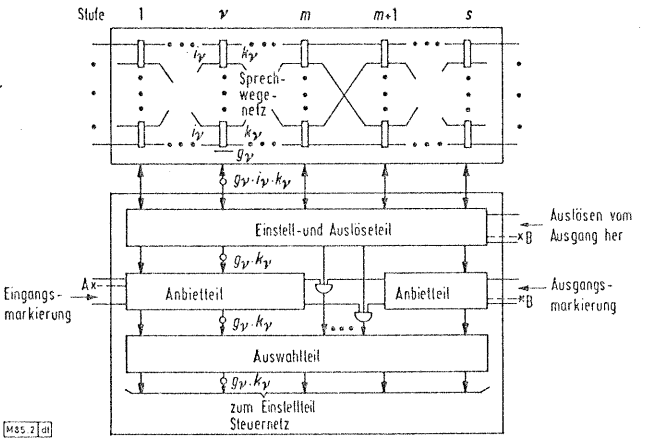

Bild 2.
Struktur eines Linksystems und dessen Steuerung (ZLM).
s Zahl der Stufen
g_ν Zahl der Kvf in der Stufe ν
i_ν Zahl der Eingänge je Kvf der Stufe ν
k_ν Zahl der Ausgänge je Kvf der Stufe ν
$i_\nu \cdot k_\nu$ Zahl der Kp je Kvf der Stufe ν
Kp Koppelpunkt.

wird. Durch diese Mehrfachausnutzung von Baugruppen wird der Aufwand an Schaltungselementen und Verdrahtung reduziert.

Im Anbietteil breitet sich auf allen freien Wegen ein Anbietpotential sowohl vom Eingang A wie vom Ausgang B her zu einer Schnittstelle hin aus, die an einer beliebigen Stelle zwischen den Stufen 1 und s eingefügt sein kann. Von dieser Schnittstelle aus wählen nun Auswahlschaltungen (AS) des Auswahlteils einen freien Weg zum Eingang A und zum Ausgang B. Dieser Auswahlteil schaltet dann über einen Einstellteil die Koppelpunkte (Kp) im Sprechwegenetz durch.

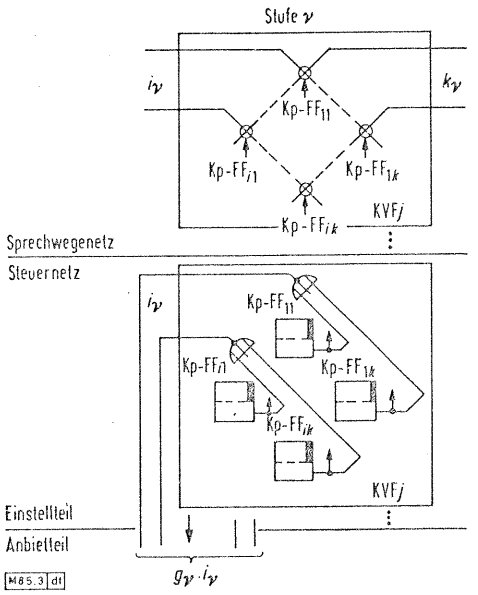

Bild 3.
Erkennen des Belegungszustandes der Zl; Ansteuern der Kp des Sprechwegenetzes.
Grundstellung der Kp-FF: Kp offen
(dargestellt an einem Kvf j der Stufe ν; Ansteuerung der Kp-FF siehe Bild 5).
Kp-FF: Koppelpunkt-Flipflop.

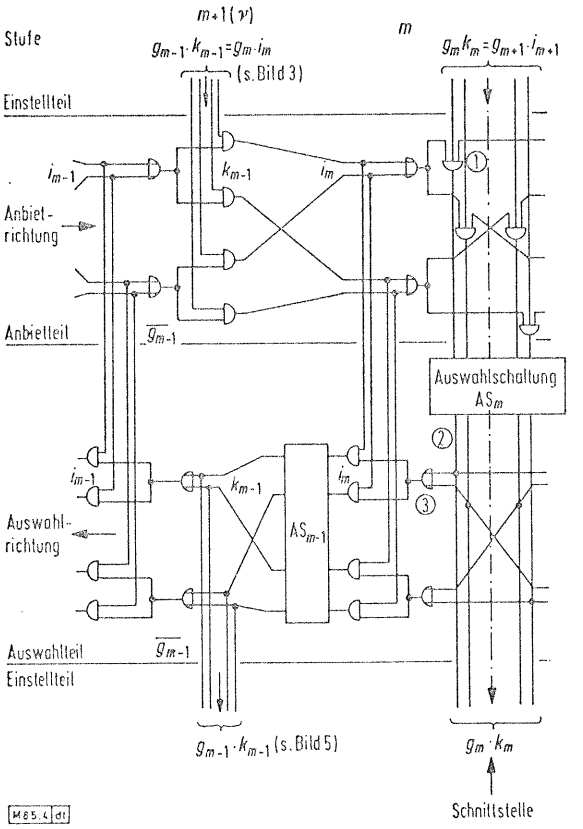

Bild 4.
Anbiet- und Auswahlteil bei ZLM.
Die Symmetrieachse bezieht sich auf die Schnittstelle, nicht auf die Stufenzahl des Linksystems, die Stufe $m-1$ hat die Struktur der allgemeinen Stufe ν.

Das Auftrennen einer Verbindung geht von einem Auslöseteil aus, der alle für diese Verbindung durchgeschalteten Koppelpunkte freischaltet.

Mit Ausnahme dieses Auslöseteils sind alle Teile des Steuernetzes — bezogen auf die Schnittstelle — vom Eingang A bzw. Ausgang B her symmetrisch aufgebaut. Deshalb genügt es, im folgenden eine allgemeine Stufe ν vor der Schnittstelle zu betrachten.

3.2 *Die Steuerung bei Zwischenleitungsmarkierung (ZLM)*

3.2.1. Ansteuerung der Koppelpunkte

Für die Ansteuerung jedes Koppelpunktes wird im Einstellteil ein Speicherelement (Flipflop (FF)) vorgesehen; *Bild 3*. Damit können auch nicht selbsthaltende Koppelpunkte, z. B. Transistoren, verwendet werden.

3.2.2. Feststellen des Belegungszustandes der Zwischenleitungen

Eine Zwischenleitung, die einen Ausgang der Stufe $\nu-1$ mit einem Eingang der Stufe ν verbindet, ist frei, wenn alle Koppelpunkte der zugehörigen Koppelreihen in Stufe ν und in Stufe $\nu-1$ nicht belegt sind. Sie ist belegt, falls an dem betreffenden Ausgang der Stufe $\nu-1$ und dem damit verbundenen Eingang der Stufe ν jeweils genau ein Koppelpunkt geschlossen ist.

Die Prüfung des Belegungszustandes einer Zl kann durch eine NOR-Verknüpfung der Ausgänge der Koppelpunkt-Flipflops Kp-FF der zugehörigen Koppelreihen in der Stufe ν oder $\nu-1$ erfolgen. Die Verknüpfung in der Stufe ν (Bild 3) ist zweckmäßiger, da diese NOR-Verknüpfung zum Auslösen einer Verbindung mit verwendet werden kann (siehe Abschnitt 3.2.7).

3.2.3. Bestimmen aller durchgehend freien Wege

Der Anbietteil *(Bild 4)* hat ebenso wie der später beschriebene Auswahlteil die gleiche Struktur wie das Sprechwegenetz.

Im Anbietteil liefern alle freien Zwischenleitungen, die zum Aufbau eines Weges vom Eingang A zum Ausgang B verwendet werden können, Anbietpotential „1". Dieses Anbietpotential wird dann im Auswahlteil zum Festlegen eines freien Weges ausgewertet.

Jedes Koppelvielfach des Sprechwegenetzes ist durch eine logische Schaltung mit Gattern im Anbietteil nachgebildet (Bild 4). Alle Anbieteingänge i_ν eines Kvf der Stufe ν werden durch eine ODER-Schaltung zusammengefaßt. Diese ODER-Schaltung liefert dann ein „1"-Signal, wenn über mindestens einen Eingang dieses Koppelvielfachs ein vom markierten Eingang A ausgehender und durchschaltbarer Weg führt (Anbietpotential „1"). Das Ausgangssignal dieser ODER-Schaltung wird in k_ν UND-Schaltungen mit dem Signal „frei" bzw. „belegt" der zugehörigen Zl verknüpft. Damit wird ein an dieses Kvf der Stufe ν gelangendes Anbietpotential nur auf allen von hier ausgehenden freien Zwischenleitungen zur Stufe $\nu+1$ weitergeleitet.

3.2.4. Auswahl eines freien Weges

Wie in Abschnitt 3.2.3. gezeigt, breitet sich das Anbietpotential im allgemeinen auf mehreren Wegen bis zur Schnittstelle aus. Dabei ist es durchaus möglich,

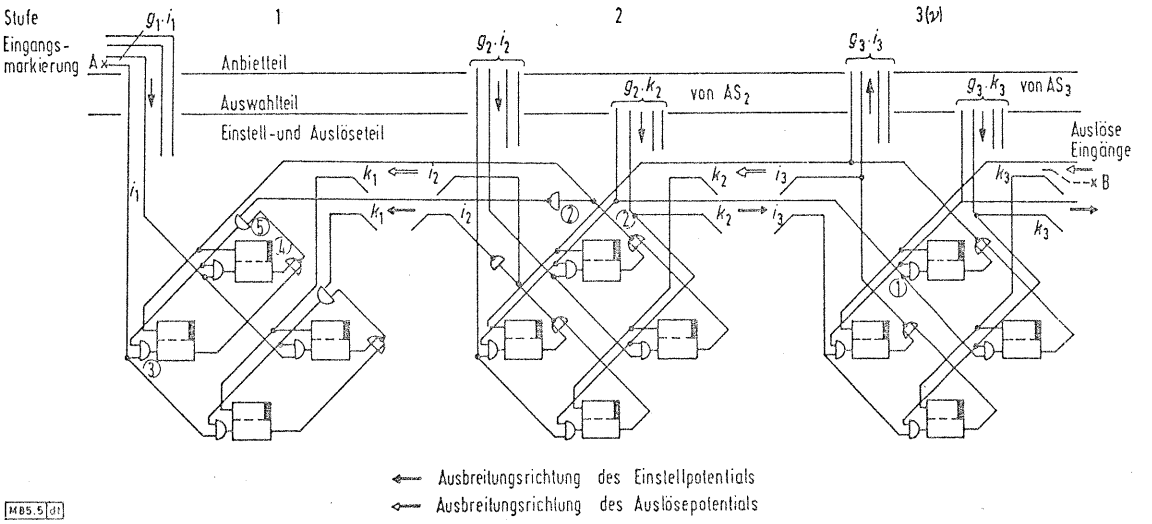

Bild 5.
Einstell- und Auslöseteil bei ZLM.
Nur ein Kvf in jeder Stufe gezeichnet; die Stufe 3 hat die Struktur der allgemeinen Stufe ν, im Auslöseteil hat die Stufe 3 zusätzlich dieselbe Struktur wie die Stufe s.

daß eine Zwischenleitung in mehreren Wegen als Teilstück enthalten ist.

Die Auswahl eines Weges beginnt an einer zwischen zwei beliebigen Stufen m und $m+1$ gelegten „Schnittstelle". Bei Linksystemen mit $k_\nu = g_{\nu+1}$ wird der Schaltungsaufwand durch die Lage dieser Schnittstelle nur unwesentlich beeinflußt; bei speziellen Strukturen ($k_\nu < g_{\nu+1}$), z. B. Systemen mit Linkblöcken, kann dagegen die Lage den Schaltungsaufwand merklich beeinflussen.

Zunächst wird von der Auswahlschaltung AS_m (Abschnitt 3.4.) an der Schnittstelle eine Zwischenleitung ausgewählt, die

1. frei ist,
2. vom markierten Eingang A her sowie
3. vom markierten Ausgang B her

Anbietpotential „1" liefert.

Diese Koinzidenz wird durch die UND-Schaltungen an der Schnittstelle erkannt (z. B. UND-Schaltung ①). Über diese Zl ist daher sicher mindestens ein Weg durchschaltbar. Mit der Auswahl dieser Zl zwischen Stufe m und $m+1$ liegt jeweils ein Koppelvielfach in den Stufen m und $m+1$ fest. Die weitere Auswahl des Weges wird gleichzeitig von der Stufe m zum Eingang A hin und von der Stufe $m+1$ zum Ausgang B hin vorgenommen. Da die Auswahl in beiden Richtungen in gleicher Weise erfolgt, wird im folgenden nur die Auswahl zum Eingang A hin beschrieben.

Die ausgewählte Zl (z. B. ②) liefert das Auswahlpotential „1", damit erhalten über die angeschlossene ODER-Schaltung (③) auch alle mit ihrem Ausgang verbundenen i_m UND-Schaltungen das Auswahlpotential „1". Dieses Potential wird jedoch nur von jenen UND-Schaltungen weitergeleitet, an deren zweitem Eingang von den Zl im Anbietteil her das Anbietpotential „1" anliegt.

AS_{m-1} wählt eine dieser Zl aus und gibt dieses Auswahlpotential an eine der ODER-Schaltungen der Stufe $m-1$ weiter. Dieser Vorgang setzt sich bis zur Stufe 2 fort.

Von den Auswahlschaltungen AS geht das Auswahlpotential auch als Setzpotential zu den Koppelpunkt-Flipflops Kp-FF im Einstellteil.

Eine Ausnahme stellt die Stufe 1 dar. Ein Linksystem hat im allgemeinen vom Eingang A bis zu einem Ausgang der Stufe 2 keine Maschen-, sondern eine Fächerstruktur. Damit liegt durch das Markieren des Eingangs A eines Kvf der Stufe 1 und der Auswahl der Zwischenleitung zwischen den Stufen 2 und 3 die Zl zwischen den Stufen 1 und 2 fest (damit ist auch das Koppelvielfach der Stufe 2 ausgewählt). Es entfällt somit die Auswahlschaltung zwischen den Stufen 1 und 2.

Das entsprechende gilt für die letzten beiden Stufen $s-1$ und s.

3.2.5. Einstellen der Koppelpunkte des ausgewählten Weges

Parallel zur Auswahl eines freien Weges im Auswahlteil erfolgt das Durchschalten dieses Weges im Einstellteil; *Bild 5*. Dabei wird in der Stufe ν dasjenige Koppelpunkt-Flipflop Kp-FF gesetzt, das durch die Auswahl der beiden Zl zwischen den Stufen $\nu-1$ und ν sowie ν und $\nu+1$ festliegt. Das Auswahlpotential „1" der Ausgänge von AS_ν und $AS_{\nu-1}$ setzt über eine UND-Schaltung ① das dem Kreuzungspunkt der Zwischenleitungen zugeordnete Kp-FF und schaltet damit den zugehörigen Koppelpunkt durch.

Ein Kp-FF der Stufe 2 wird jedoch durch die Koinzidenz des Auswahlpotentials von AS_2 und des Anbietpotentials einer Zl zwischen den Stufen 1 und 2 gesetzt.

Die Ausgänge aller k_2 Koppelpunkt-Flipflops, welche einem Eingang eines Kvf der Stufe 2 zugeordnet sind, sind über eine ODER-Schaltung (z. B. ②) zusammengefaßt. Diese ODER-Schaltung liefert dann ein Setzpotential für die Stufe 1, wenn eines dieser Kp-FF der Stufe 2 gesetzt wurde. Dieses Setzpotential wird in einer UND-Schaltung (z. B. ③) mit dem Anbietpotential des markierten Einganges A verknüpft und damit das entsprechende Kp-FF in Stufe 1 gesetzt.

Durch die NOR-Schaltung (z. B. ④) und die UND-Schaltung (z. B. ⑤) wird dieses Setzpotential nach

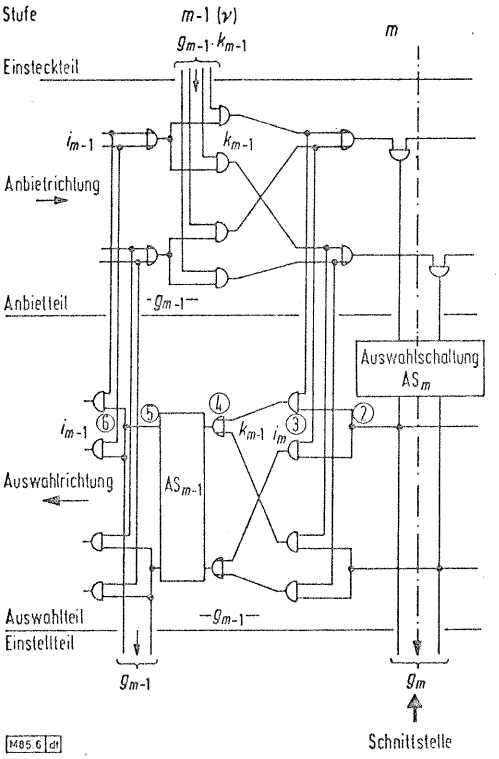

Bild 6.
Anbiet- und Auswahlteil bei KVM.
Die Symmetrieachse bezieht sich auf die Schnittstelle, nicht auf die Stufenzahl des Linksystems, die Stufe $m-1$ hat die Struktur der allgemeinen Stufe ν.

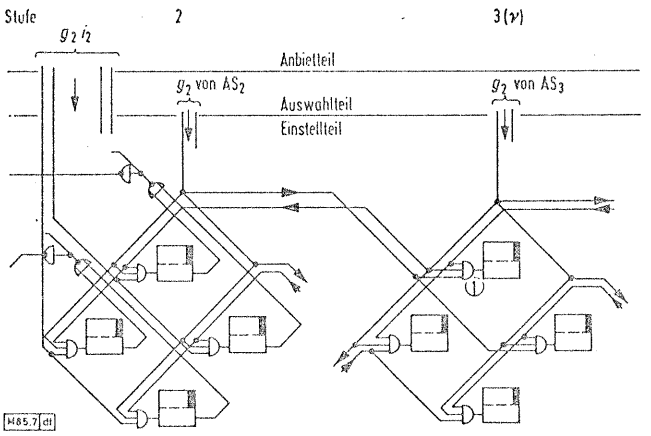

Bild 7.
Einstellteil bei KVM.
Nur ein Kvf in jeder Stufe gezeichnet, die Stufe 3 hat die Struktur der allgemeinen Stufe ν.

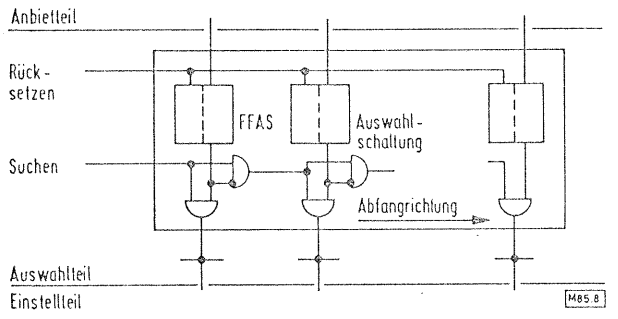

Bild 8.
Auswahlschaltung (Beispiel AS_m bei ZLM).

dem Einstellen des Kp-FF abgetrennt. Dadurch wird erreicht, daß kein weiteres, einem belegtem Ausgang der Stufe 1 zugeordnetes Kp-FF gesetzt werden kann.

Das entsprechende gilt für die letzten beiden Stufen $s-1$ und s.

3.2.6. Speicherung eines belegten Weges

Die Wegespeicherung erfolgt durch die Koppelpunkt-Flipflops Kp-FF. Da die Verbindung von einem bestimmten Eingang zu einem bestimmten Ausgang in jedem Kvf eindeutig über einen Koppelpunkt erfolgt, enthalten die Zustände der Kp-FF die volle Information über alle durchgeschalteten Wege. Es ist daher stets möglich, die Zugehörigkeit belegter Zl zu den einzelnen Wegen eindeutig zu ermitteln.

3.2.7. Auslösen eines belegten Weges

Das Auslösepotential wird nur an dem Auslöseeingang B des zu trennenden Weges in der Stufe s angelegt; *Bild 5*. Es führt auf die Rücksetzeingänge aller Kp-FF in der Stufe s, die dieser Abnehmerleitung zugeordnet sind. Damit wird das für diesen Weg in der Stufe s gesetzte Kp-FF zurückgesetzt. Dabei gibt dieses Kp-FF einen Auslöseimpuls, der über eine NOR-Schaltung das zu diesem Weg gehörige Kp-FF der Stufe $s-1$ zurücksetzt. So werden alle weiteren Kp-FF, die zu diesem Weg gehören, nacheinander zurückgesetzt und deren Kp dadurch geöffnet.

3.3. *Die Steuerung bei Koppelvielfachmarkierung (KVM)*

Das Feststellen des Belegungszustandes der Zwischenleitungen, das Bestimmen aller durchgehend freien Wege sowie die Wegespeicherung und das Auslösen wird bei KVM ebenso wie bei der Zwischenleitungsmarkierung ZLM (Abschnitte 3.2.2., 3.2.3., 3.2.6. und 3.2.7) vorgenommen. Daher ist nur die Auswahl eines freien Weges und das Durchschalten zu beschreiben.

3.3.1. Auswahl eines freien Weges

Die Auswahl eines freien Weges beginnt wieder an einer beliebigen Schnittstelle. Im Unterschied zu ZLM liegt diese Schnittstelle jetzt in der Stufe m; *Bild 6*.

Durch die Auswahlschaltung AS_m wird ein Kvf der Stufe m ausgewählt, welches auf mindestens einem Eingang und einem Ausgang Anbietpotential führt. Diese Koinzidenz wird durch UND-Schaltungen (z. B. ①) ermittelt.

Von dem ausgewählten Kvf (z. B. ②) fächert sich das Auswahlpotential zur Stufe $m-1$ hin über alle diejenigen UND-Schaltungen (③) auf, deren Zl im Anbietteil das Anbietpotential „1" führen. AS_{m-1} wählt nun in der Stufe $m-1$ ein Kvf aus, dessen ODER-Schaltung (④) an einem Eingang Auswahlpotential erhält. Das Auswahlpotential fächert sich von diesem Kvf (z. B. ⑤) über die Zl zur Stufe $m-2$ auf, die im Anbietteil Anbietpotential führen. Dies wird durch die UND-Schaltungen (⑥) gewährleistet. Das Auswahlpotential wird ferner im Einstellteil zum Setzen der Kp-FF verwendet. Dies wiederholt sich in allen Stufen bis einschließlich Stufe 2. Die Stufe 1 benötigt keine Auswahlschaltung, denn das Kvf der Stufe 1 liegt durch die Markierung des Eingangs A bereits fest.

Erst durch die erfolgte Auswahl je eines Kvf in den Stufen $\nu-1$, ν, $\nu+1$ liegt der durchzuschaltende Kp in der Stufe ν fest.

3.3.2. Einstellen der Koppelpunkte des ausgewählten Weges

Zum Einstellen des Kp in der Stufe ν müssen (nach Abschnitt 3.3.1.) je ein Kvf der Stufe $\nu - 1$, ν und $\nu + 1$ ausgewählt sein. Durch die Koinzidenz dieser drei Auswahlpotentiale wird über die UND-Schaltungen (z. B. ①) das Kp-FF gesetzt *(Bild 7)* und damit der Kp durchgeschaltet.

Ein Kp-FF der Stufe 2 wird jedoch durch die Koinzidenz der Auswahlpotentiale von AS_3 und AS_2 sowie des Anbietpotentials einer Zl zwischen den Stufen 1 und 2 gesetzt. Das Entsprechende gilt für die Stufe $s - 1$.

Das Setzen eines Kp-FF in Stufe 1 bzw. s erfolgt wie bei ZLM.

3.4. *Auswahlschaltung AS*

Die für ZLM und KVM benötigten AS haben die Aufgabe, aus mehreren „1"-Potential führenden Eingängen nach einer Vorschrift einen Eingang auszuwählen und das „1"-Potential als Auswahlpotential an den entsprechenden Ausgang weiterzuleiten.

Die Funktion der AS unterscheidet sich nicht bei ZLM und KVM, lediglich wird bei ZLM jeweils eine Zl, bei KVM ein Kvf ausgewählt. Eine mögliche Realisierung einer Auswahlschaltung für beide Verfahren ist in *Bild 8* dargestellt. Dabei wird jeweils der erste in Abfragerichtung „1"-Potential führende Eingang ausgewählt.

4. Sonderfälle

Im folgenden werden einige Sonderfälle betrachtet, die durch entsprechende Erweiterungen realisierbar sind.

Die KVM ist allerdings ungeeignet, falls $l_{\nu,\nu+1} > 1$ oder Mischwahl bzw. Richtungswahl mit $k_r > 1$ vorliegt. Deshalb wird hier nur die Zwischenleitungsmarkierung ZLM beschrieben.

4.1. *Steuerung für Punkt-Bündel-Markierung*

Bisher sind Systeme betrachtet worden, bei denen eine Verbindung zwischen einem bestimmten Eingang A und einem bestimmten Ausgang B aufgebaut wurde. Es sollen nun Systeme betrachtet werden, bei denen zwar der Eingang A festliegt, der Ausgang B der Stufe s jedoch beliebig aus einem bestimmten Abnehmerbündel ausgewählt werden kann.

Dazu muß auf allen freien Eingängen des Anbietteils in der Stufe s, die zu dem bestimmten Abnehmerbündel gehören, Anbietpotential „1" eingespeist werden.

Es sind zwei Strukturen zu unterscheiden:

1. Richtungswahl mit $k_r \leqq 1$,
2. Mischwahl oder Richtungswahl mit $k_r > 1$.

4.1.1. Richtungswahl mit $k_r \leqq 1$

Bei einem System für Richtungswahl mit $k_r \leqq 1$ führt von jedem Kvf der Stufe s zu jedem Abnehmerbündel (Richtung) höchstens ein Ausgang.

Hier wird zur Auswahl einer Zl zwischen Stufe $s - 1$ und s eine weitere Auswahlschaltung benötigt. Deren Ausgangspotential wird zum Einstellen der Kp-FF in den Stufen $s - 1$ und s mitverwendet.

Im allgemeinen werden $s - 2$ Auswahlschaltungen benötigt; bei einem Linksystem mit $s = 2$ Stufen ist eine AS erforderlich.

4.1.2. Mischwahl oder Richtungswahl mit $k_r > 1$

Bei Mischwahl bilden alle Ausgänge der Kvf der Stufe s des Systems ein Abnehmerbündel; bei Richtungswahl mit $k_r > 1$ hat jedes Kvf der Stufe s zu jedem Abnehmerbündel $\geqq 1$ Ausgang. Hier wird gegenüber Abschnitt 4.1.1. eine weitere Auswahlschaltung benötigt. Diese wählt einen Anbietpotential führenden Eingang des Anbietteils in der Stufe s und damit eine freie Abnehmerleitung des gewünschten Bündels aus.

Damit sind hier $s - 1$ Auswahlschaltungen erforderlich.

4.2. *Systeme mit mehr als einer Zwischenleitung zwischen Koppelvielfachen benachbarter Stufen*

Bei derartigen Systemen können bereits zwischen den Stufen 1 und 2 parallele Wegstücke auftreten, falls jedes Kvf der Stufe 1 über mehr als eine Zl mit jedem Kvf der Stufe 2 verbunden ist. In diesem Fall ist eine AS zwischen Stufe 1 und 2 erforderlich; dies gilt sinngemäß auch für Stufe $s - 1$ und s.

Da bei Zwischenleitungsmarkierung ohnehin jeweils einzelne Zl ausgewählt werden, bleibt das Markierprinzip zwischen den übrigen Stufen unverändert.

4.3. *Mischungen*

Durch eine Mischung werden mehrere Ausgänge zu einer Zwischen- bzw. Abnehmerleitung zusammengefaßt. Auf diese Weise werden $g_\nu \cdot k_\nu$ Ausgänge der Stufe ν auf $g_{\nu+1} \cdot i_{\nu+1} < g_\nu \cdot k_\nu$ Eingänge konzentriert. Besonders häufig sind Mischungen zwischen Stufe 1 und 2 sowie am Ausgang des Linksystems.

Wird trotz einer Mischung zwischen Stufe 1 und 2 ein Kvf der Stufe 2 von einem Kvf der Stufe 1 über mehr als eine Zl erreicht, so wird hier eine AS notwendig. Diese AS wird am besten hinter der Mischung eingefügt, da sie dann nur $g_2 \cdot i_2 < g_1 \cdot k_1$ Ein- und Ausgänge benötigt.

Die Mischung des Sprechwegenetzes muß im Steuernetz stets entsprechend nachgebildet werden. Dies geschieht im wesentlichen durch eine ODER-Verknüpfung der über die Mischung zusammengefaßten Ausgänge der jeweiligen Stufe.

5. Vergleich der Markierverfahren ZLM und KVM

Ein Vergleich der beiden Verfahren ZLM und KVM kann nach verschiedensten Gesichtspunkten erfolgen. Im folgenden werden nur einige besonders wesentliche und charakteristische Eigenschaften näher betrachtet.

5.1. *Schaltungsaufwand der Steuerung*

Es werden nur einige durch die Verfahren ZLM bzw. KVM bedingte Unterschiede des Schaltungsaufwandes am Beispiel eines voll vermaschten Systems (nach Abschnitt 2.) aufgezeigt.

Ein System mit s Stufen hat $s - 1$ Zwischenleitungsbündel. Bei Punkt-Punkt-Markierung benötigt man bei ZLM $s - 3$ Auswahlschaltungen; bei $s = 2$ wird keine Auswahlschaltung benötigt.

Bei KVM sind $s - 2$ Auswahlschaltungen notwendig.

Die AS_ν bei ZLM hat so viel Ein- und Ausgänge wie Zl zwischen den Stufen ν und $\nu + 1$ vorhanden sind.

Bei KVM hat die AS_ν nur soviel Ein- und Ausgänge, wie Kvf in der Stufe ν enthalten sind.

Im Einstellteil ist zum Setzen der Kp-FF bei ZLM eine Zweifach-Koinzidenz (Abschnitt 3.2.5.) bei KVM dagegen eine Dreifach-Koinzidenz (Abschnitt 3.3.2.) erforderlich.

Da die Zahl der Kp meist um eine Größenordnung größer ist als die Zahl der Zl, ist der je Koppelpunkt individuelle Aufwand besonders zu beachten. Deshalb wird trotz des höheren Aufwandes bei den Auswahlschaltungen meistens die ZLM die wirtschaftlichere Lösung darstellen.

5.2. *Zeiten zum Aufbau bzw. Auslösen eines Weges*

Die Zeit zum Aufbau bzw. Auslösen einer Verbindung im Steuernetz wird im wesentlichen durch Gatterlaufzeiten bestimmt. Die Zeit zum Aufbau ist daher für die in Bild 8 dargestellte Auswahlschaltung bei KVM u. U. wesentlich kleiner, da die Kette von INHIBIT-Schaltungen je Auswahlschaltung kürzer ist. Statt maximal $g_v \cdot k_v$ (bei ZLM) müssen hier nur max. g_v INHIBIT-Schaltungen durchlaufen werden.

Bei beiden Verfahren durchläuft beim Auslösen eines durchgeschalteten Weges ein Auslöseimpuls pro Stufe ein FF und eine NOR-Schaltung. Im Steuernetz erfolgt deshalb das Auslösen in wesentlich kürzerer Zeit als der Aufbau eines Weges.

6. Ausblick

In zentralgesteuerten Vermittlungssystemen werden zur Konzentration, Verteilung und Expansion des Verkehrs grundsätzlich Linksysteme verwendet.

Der Entwurf solcher Linksysteme besteht im wesentlichen aus

- dem Festlegen der Struktur und dem Dimensionieren des Sprechwegenetzes. Dieses erfolgt am besten nach [16];
- dem Realisieren des Steuernetzes (Markierer).

Die hier vorgeschlagene Lösung für einen schnellen Markierer für Linksysteme ist besonders dann zweckmäßig, wenn die Steuerung mit integrierten Schaltkreisen realisiert wird.

In rechnergesteuerten Vermittlungssystemen hat es sich gezeigt, daß zur Wegesuche, -speicherung und -trennung der Rechner sowohl hinsichtlich des Zeitaufwandes, als auch hinsichtlich des Speicherplatzbedarfes stark belastet wird. In solchen Systemen muß das Steuernetz des Linksystems eine Logik besitzen, die es gestattet, jeden Koppelpunkt individuell zu setzen bzw. rückzusetzen. Es zeigt sich, daß der schaltungsmäßige Aufwand der oben beschriebenen Verfahren nicht wesentlich größer wird als bei rechnergesteuerten Systemen. Deshalb ist es auch in solchen Systemen zweckmäßig, die vorgeschlagene Lösung zu wählen, da hierdurch der Rechner merklich entlastet wird.

Schrifttum

[1] *Joel, Jr., A. E.:* An experimental switching system using new electronic techniques. Bell System techn. J. 37 (1958) H. 5, S. 1091 bis 1124.

[2] *Merz, G.; Braun, R.:* Modell einer vollelektronischen Fernsprechanlage für 200 Teilnehmer. Nachrichtentechn. Z. 14 (1961) S. 227 bis 234.

[3] *Bächle, E.:* Entwurf eines endmarkierten Raumvielfach-Koppelfeldes und seine Realisierung in Dickfilmtechnik. Wiss. Ber. AEG-Telefunken 44 (1971) H. 4, S. 171 bis 179.

[4] *Jabczynski, H. J.; Körber, U.; Voegtlen, D.:* Verfahren und Schaltungsanordnung zur Auswahl von Verbindungswegen, die über mehrstufige Felder von Koppelpunkten führen. Deutsches Patent 1062761.

[5] *Jabczynski, H. J.; Körber, U.; Voegtlen, D.:* Verfahren zum Suchen, Auswählen und Herstellen von freien Verbindungswegen in einem mehrstufigen Feld von Koppelpunkten. DBP 1048 956 (1959).

[6] *Schönemeyer, H.:* Das Leitaderverfahren als Mittel zur Wegesuche in mehrstufigen Koppelnetzen. SEL-Nachr. 11 (1963) H. 3, S. 109 bis 113.

[7] *Gerke, P.; Skawski, H.; Thom, G.:* Das elektronisch gesteuerte Fernsprechamt München-Färbergraben. Siemens Z. 36 (1962) H. 12, S. 823 bis 829.

[8] *Koon, F.:* The number 5 crossbar dial telephone switching system. Trans. Amer. Instn. Electr. Engrs. 69 (1950) S. 244 bis 254.

[9] *Brandstetter, A.; Wahl, H.:* Die ESK-Technik in Fernsprech-Vermittlungsanlagen. Siemens Informationen Fernsprech-Vermittlungstechnik 3 (1967) H. 4, S. 193 bis 202.

[10] *Körber, U.:* Verfahren der weitspannenden Wegesuche in zentralgesteuerten Vermittlungssystemen. Nachrichtentechn. Z. 21 (1968) S. 206 bis 210.

[11] *Feiner, A.; Hayward, W. S.:* No. 1 ESS switching network plan. Bell System techn. J. 43 (1964) H. 5, S. 2193 bis 2220.

[12] *Rings, F.:* Eine neue Generation von Fernsprechsystemen mit gespeichertem Steuerprogramm für öffentliche Ämter (System IV). Siemens Informationen Fernsprech-Vermittlungstechnik 5 (1969) H. 1, S. 3 bis 8.

[13] *Colas, J. D.:* Operational program for the IBM 2750. IBM J. Res. Develop. 13 (1969) H. 4, S. 428 bis 438.

[14] *Röder, H.:* Zur Entwicklung von Fernsprech-Nebenstellenanlagen mit vollelektronischem Raumvielfach und zentralisierter Logik. Nachrichtentechn. Z. 22 (1969) S. 437 bis 443.

[15] *Rescheneder, K.; Wolf, E.:* Freiprüfen von Koppelstufen. Nachrichtentechn. Z. 24 (1971) S. 427 bis 432.

[16] *Lotze, A.:* Optimum link systems. Prebook of the V. Internat. Teletraffic Congr. New York, 1967, S. 242 bis 251.

(Eingangsdatum: 22. September 1972; wieder eingegangen am 29. Dezember 1972)