

**DOPPELSEITIGE STROMSTOSS-FERNSTEUERUNG
VON NEBENUHREN
AUF ABGERIEGELTEN KABELLEITUNGEN
MIT GLEICHLAUFHALTUNG
DER STEUERNDEN HAUPTUHREN**

VON GUSTAV LEINER

SONDERDRUCK AUS DER ZEITSCHRIFT

»SIGNAL UND DRAHT«

JAHRGANG 1959 / HEFTE 1 UND 2



TELEFONBAU® UND NORMALZEIT

Doppelseitige Stromstoß-Fernsteuerung von Nebenuhren auf abgeriegelten Kabelleitungen mit Gleichaufhaltung der steuernden Hauptuhren

Von Gustav Leiner



Vorbemerkung

Im Text und auf den Bildern dieses Aufsatzes werden folgende Abkürzungen angewendet:

HU	Hauptuhr
NU	Nebenuhr
NUL	Nebenuhrlinie
GUR	Gleichstromuhrenrelais
DGUR	Doppelgleichstromuhrenrelais
DAZ	Dauerimpuls-Abschaltzusatz
SG	Stromstoßgeber
SGÜ	Stromstoßgeber mit Überwachung von Hand
SGR	Stromstoßgeber mit HU-Gleichlaufregulierung und Überwachung von Hand
PRS	Pendelreguliersystem
SUR	Stromstoßuhrenrelais
SE	Stromstoßerneuerung mit Überwachung von Hand
ÜNP	Überwachungs- und Nachstellplatte
ÜNE	Überwachungs- und Nachstelleinrichtung
ÜNEu	Überwachungs- und Nachstelleinrichtung mit unterteiltem Eingang
ÜNE-Erg	Ergänzung zur Überwachungs- und Nachstelleinrichtung
ZRZ	Zentralenregulierzusatz
FRZ	Fernregulierzusatz
WT	Wechselstromtelegraphie
SchÜ	Schutzübertrager
UTrÜ	Uhrentrennübertrager

Einleitung

Bisher war fast in jedem Bahnhof der Deutschen Bundesbahn eine elektrische Hauptuhr (HU) vorhanden, welche die angeschlossenen Nebenuhren (NUen) fortstellte. Die Unterhaltung der HUen setzte aber gelernte Uhrmacher voraus. Um den Unterhaltungsaufwand durch Spezialkräfte herabzusetzen und mit den örtlichen Fernmeldeunterhaltungskräften auszukommen, wurde bereits seit Ende der 30er Jahre nach einer Möglichkeit gesucht, die Zahl der HUen dadurch zu vermindern, daß die NUen längs eines größeren Streckenabschnittes ferngesteuert werden.

Die damals verwendeten Übertragungssysteme waren aber entweder umgepolt, wodurch die NUen bei unterbrochenen Impulsen zu weit fortgestellt wurden (z. B. Übertragung durch nur eine Frequenz), oder nicht abriegelungsfähig (Übertragung durch polwechselnde Uhrengleichstromimpulse). Um eine solche Fernsteuertechnik auch auf beeinflussten Strecken einsetzen zu können, mußte aber ein gepoltes und abriegelungsfähiges Übertragungs-

system zugrunde gelegt werden. Außerdem sollte sich die Fernsteuerung doppelseitig betreiben lassen, um bei geringstem Aufwand ein Höchstmaß der Betriebssicherheit zu erreichen.

Dieser doppelseitige Betrieb setzte aber voraus, daß die HUn, die jeweils einen Fernsteuerabschnitt zweiseitig steuern, untereinander keinen großen Gangunterschied aufwiesen. Bisher erhielten die HUn dazu von Hamburg aus das MEZ-Zeichen, mit dem sie täglich einmal selbsttätig auf die richtige Zeit gleichgestellt wurden. Diese Art der Hauptuhrgleichstellung war nur auf ± 1 s genau.

Dann liefen die HUn bis zur nächsten Gleichstellung entsprechend ihrer Ganggenauigkeit weiter. Je nach der Güte der Ausführung, der exakten Gangeinstellung und ihrem Unterhaltungszustand konnten die HUn bis zur nächsten Gleichstellung um eine Sekunde oder auch mehrere Sekunden von der richtigen Zeit abweichen.

Zur Übertragung des MEZ-Zeichens wurden bisher Springschreiber- und Morseverbindungen mitbenutzt. Nach Wegfall der Morseverbindungen und Automatisierung der Springschreiberverbindungen mußte versucht werden, für die Übertragung des MEZ-Zeichens innerhalb der BD-Bezirke andere geeignete Fernmeldeverbindungen – z. B. Fernspreverbindungen – vorübergehend mitzubedenutzen.

Aus diesen Gründen wurde nach einem besseren und genauer arbeitenden Verfahren für die Gleichlaufhaltung von HUn gesucht. Dabei sollte angestrebt werden, die HUn auf möglichst einfache Weise ständig im Gleichlauf zu erhalten, statt sie nur täglich einmal auf die richtige Zeit gleichzustellen.

Zur Gleichlaufhaltung sollte kein eigener Leitungskreis benötigt werden. Vielmehr sollte sich die Fernsteuerleitung dazu mitbenutzen lassen. Außerdem sollten sich die zur Fortstellung der NUn verwendeten gepolten Fortstellstromstöße auch zur Gleichlaufhaltung mit ausnützen lassen. Ferner war erwünscht, daß auf dieselbe Weise bei mehreren im Zuge von Fernsteuerstrecken hintereinander liegenden HUn jeweils die folgende von der vorhergehenden HU ständig im Gleichlauf erhalten wird. Bevor auf diese neue Technik der doppelseitigen Stromstoß-Uhrenfernsteuerung eingegangen wird, erscheint es angebracht, kurz die bisher angewandte Weise der Fortstellung von Nebenuhren zu erwähnen. Dabei sollte sowohl die unmittelbare Fortstellung als auch die mittelbare, mit zwischengeschaltetem Gleichstromuhrenrelais, mit ihren Möglichkeiten und Nachteilen aufgezeigt werden.

Unmittelbare Reichweite von Nebenuhren

NUn lassen sich unmittelbar mit polwechselnden Uhrengleichstromimpulsen nur eine bestimmte Strecke weit fortstellen. Von den NUn her ist diese Reichweite durch den Widerstand der NUn bestimmt, der mit zunehmendem Zifferblattdurchmesser abnimmt, ferner von ihrer Mindestansprechspannung (bei neuzeitlichen NUn $= \frac{2}{3}$ Nennspannung) und der Mindestbetriebsspannung am Anfang der Nebenuhrlinien (NUL) sowie schließlich von der Zahl der über eine NUL betriebenen NUn.

Weiter ist die erzielbare Reichweite vom Widerstand, d. h. vom Leiterdurchmesser der für die NUL verwendeten Kabeldoppelleitung, und von der Größe der Betriebsspannung (24 oder 12 V) der benutzten HU oder des verwendeten Uhrenrelais abhängig.

So lassen sich beispielsweise am Ende einer NUL, die am Anfang polwechselnde Impulse von 20,6 (9,8) V erhält, auf einem 1,6 km langen 0,8-mm-Aderpaar noch 10 (2) NUn mit 4000 (1000) Ohm Gl. Wd. betreiben; auf einem 1,4-mm-Aderpaar können diese 10 (2) NUn aber noch dreimal so weit, also auf 5 km fortgestellt werden. Eine einzelne NU ließe sich sogar 48 (9,5) km weit betreiben. Die erzielbare Reichweite nimmt somit im umgekehrten Verhältnis mit zunehmender Zahl von NUn ab. Bei 24 V Nennspannung ist sie etwa fünfmal so groß wie bei 12 V.

Uhrenfernsteuerung mit polwechselnden Uhrengleichstromimpulsen

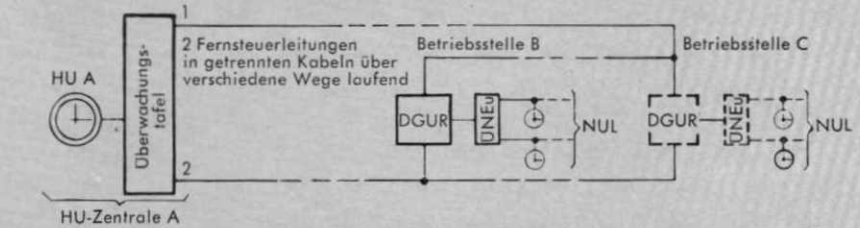
Müssen NUn über größere Strecken fortgestellt werden, dann läßt sich die Reichweite durch Erneuerung der polwechselnden Uhrengleichstromimpulse mittels Uhrenrelais vergrößern. Dazu wird dicht vor den NUn ein Gleichstromuhrenrelais nebst Stromversorgung zwischengeschaltet.

Diese Betriebsweise läßt aber das Abriegeln der NUn mit Fernmeldeübertragern nicht zu und kann deshalb auf elektrifizierten Strecken nur für Abschnitte unter 8 km Länge verwendet werden. Dagegen wird darauf meist im Ortsbereich zurückgegriffen, wo nur geringe Beeinflussungsspannungen auftreten.

Einseitige Gleichstrom-Uhrenfernsteuerung

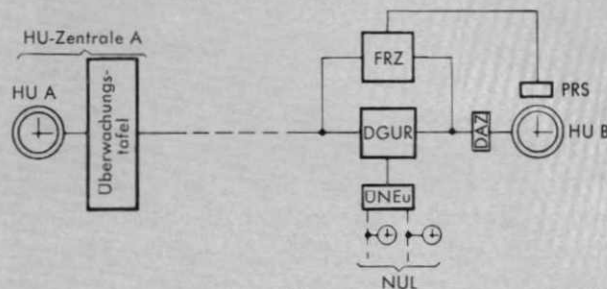
Bei kleineren Betriebsstellen mit nicht zu großer Zahl von NUn werden zur Vergrößerung der

a) mit zwei Fernsteuerleitungen (doppelte Sicherheit)



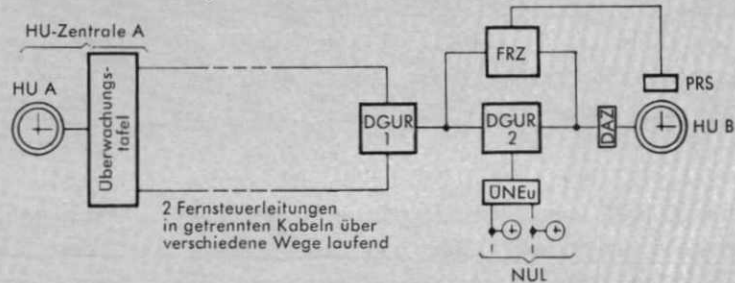
Bei Unterbrechung oder Kurzschluß einer der beiden Fernsteuerleitungen 1 oder 2 werden NUL über die andere mittels DGUR weiterbetrieben; erst bei gleichzeitiger Störung beider Fernsteuerleitungen bleiben alle NUL stehen.

b) mit einer Fernsteuerleitung und HU (doppelte Sicherheit)



1. Ausfall der HU B: NUL werden von HU A über Fernsteuerleitung A-B und DGUR weiterbetrieben.
2. Unterbrechung oder Kurzschluß von Fernsteuerleitung A-B: NUL werden von HU B über DGUR weiterbetrieben; HU B wird nicht mehr reguliert.
3. Bei gleichzeitiger Störung 1. und 2. bleiben alle NU stehen.

c) mit zwei Fernsteuerleitungen und einer HU (dreifache Sicherheit)



1. Ausfall von HU B: NUL von HU-Zentrale A über beide Fernsteuerleitungen sowie DGUR 1 und 2 weiterbetrieben.
2. Unterbrechung und Kurzschluß beider Fernsteuerleitungen A-B: NUL von HU B über DGUR 2 weiterbetrieben; HU B wird nicht mehr im Gleichlauf gehalten.
3. Bei gleichzeitiger Störung 1. und 2. bleiben alle NU stehen.

BILD 1
Doppelseitige Gleichstrom-
Uhrenfernsteuerung

Reichweite gepolte Gleichstromuhnenrelais (GUR) zwischengeschaltet. Bei einer Mindestbetriebsspannung von 20,6 V am Anfang der Fernsteuerleitung kann ein solches GUR mit 4000 Ohm Gl. Wd. und einer Mindestansprechspannung von 14 V noch über eine 75 (35) km lange Kabeldoppelleitung mit 1,4- (0,9-) mm-Adern betrieben werden.

Nachteilig ist dabei, daß sich gewöhnliche GUR nur einseitig steuern lassen. Bei einer Leitungsstörung bleiben alle am GUR angeschlossenen NUen stehen. Die Betriebssicherheit reicht deshalb für größere und wichtigere Betriebsstellen nicht aus.

Doppelseitige Gleichstrom-Uhrenfernsteuerung

Um auf eine größere Betriebssicherheit zu kommen, wurden Gleichstrom-Uhrenrelais mit zwei getrennten Steuerwicklungen (DGUR) entwickelt. Damit lassen sich die beiden Steuerkreise galvanisch voneinander trennen; sie sind lediglich über die Steuerwicklungen, die auf dem gleichen Relaiskern sitzen, magnetisch miteinander gekoppelt. Ein solches DGUR läßt sich nach Bild 1a über zwei getrennte Fernsteuerleitungen fortstellen. Um gegen Störungen beider Steuerleitungen sicher zu sein, müssen

sie aber über verschiedene Fernmeldekabel verlaufen und diese außerdem in verschiedenen Kabeltrassen liegen. Wegen dieses größeren Leitungsaufwandes wird sich die doppelseitige Gleichstromfernsteuerung in der Regel nur im Bereich größerer Orte anwenden lassen.

Falls keine zwei auf verschiedenen Wegen verlaufenden Fernsteuerleitungen zur Verfügung stehen, kann nach Bild 1b an die Stelle einer Fernsteuerleitung auch eine HU treten. Für besonders sicheren Betrieb können nach Bild 1c auch zwei Fernsteuerleitungen (die über ein weiteres DGUR zusammengefaßt werden müssen) und eine HU benutzt werden.

Da die beiden Steuerwicklungen galvanisch voneinander getrennt sind, arbeitet das DGUR auch bei Nebenschluß oder Unterbrechung einer Fernsteuerleitung weiter. Lediglich bei Dauerimpuls einer mitbenutzten HU könnte es blockiert werden. Dies verhindert aber ein zwischen HU und DGUR eingefügter Dauerimpuls-Abschaltezusatz (DAZ), der ein Relais und einen Thermokontakt enthält.

Die früher dafür übliche und von Hand vorzunehmende Umschaltung von Fernsteuerleitung auf HU bei Störungen geschieht jetzt selbsttätig ohne Betriebsstörung durch das DGUR. Mitbenutzte HUen lassen sich außerdem über die am Schluß erwähnten Fernregulierzusätze (FRZ) ständig im Gleichlauf erhalten.

Mit einem DGUR mit $2 \times 1200 \text{ Ohm Gl. Wd.}$ kommt man auf 1,4-(0,9-)mm-Kabeladerpaaren nur auf eine Reichweite von etwa 22 (10) km, mit einem parallel geschalteten Fernregulierzusatz (FRZ) sogar nur auf 15 (7) km. Die Reichweite wird noch kleiner, wenn man bei vielen NUen zur Erhöhung der Sendeleistung zwei und mehr DGUR parallel schalten muß. Hier kommt man wieder auf die große mit einem GUR erzielbare Reichweite, wenn man zwischen Fernsteuerleitung und DGUR-Steuerwicklung noch ein GUR einschaltet.

Doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung auf abgeriegelten Kabelleitungen

Bei Wahl eines gepolten und abriegelungsfähigen Übertragungssystems wurde auf die bewährte Induktivstromstoßgabe zurückgegriffen. Allerdings mußte dabei der Einschaltstromstoß unterdrückt werden. Von Vorteil hierbei ist ferner die Tatsache, daß diese Betriebsweise die Speisung aus 24-Volt-Batterien zuläßt; die in der Regel vorhandene 24stündige Batteriereserve schützt dabei die Fern-

steueranlage gegen Störungen durch Netzausfall. Die damit von der Firma TN im Benehmen mit der Deutschen Bundesbahn entwickelte doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung gestattet, die Fernsteuerleitungen abzuriegeln und die NUen von beiden Leitungsenden aus mit polwechselnden Minuten- oder auch Halbminutenstromstößen fortzustellen. Dadurch werden die Nachteile der Gleichstromfernsteuerung und eines Betriebes mit ungepolten Impulsen vermieden. Gleichzeitig wird mit geringem Mehraufwand eine größere Betriebssicherheit erreicht; denn eine Leitungsunterbrechung, der Ausfall einer HU oder einzelner Fernsteuereinrichtungen können die Fernsteuerung noch nicht stören.

Außerdem lassen sich die HUen im Zuge solcher Fernsteuerstrecken über die Fernsteuerleitungen hinweg unter Mitbenutzung der zur Fortstellung der NUen übertragenen Induktivstromstöße ständig im Gleichlauf erhalten. Damit zeigen alle NUen längs Fernsteuerstrecken genau dieselbe Zeit an.

Grundsätzliche Arbeitsweise

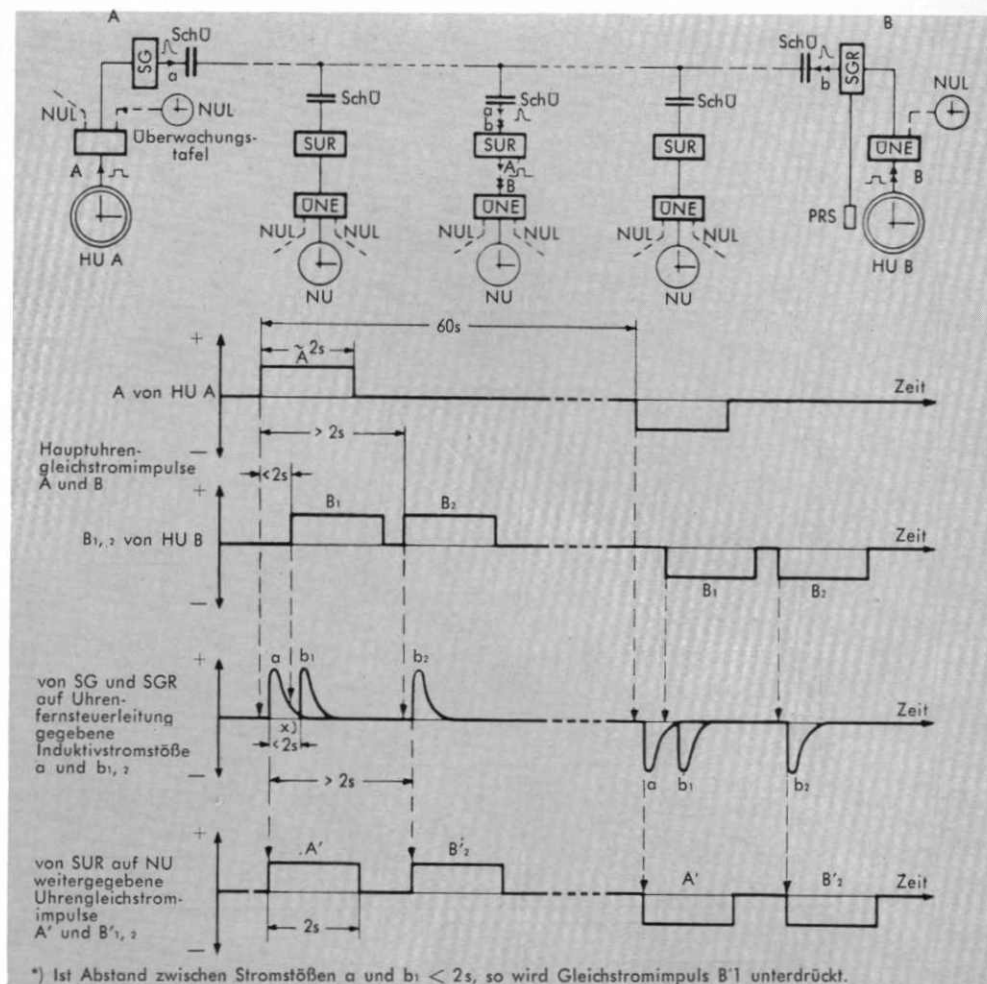
Da die HUen nur gepolte Uhrengleichstromimpulse liefern und die NUen nur damit fortgestellt werden können, mußten besondere Einrichtungen für die Umwandlung in Induktivstromstöße und ihre Rückverwandlung entwickelt werden.

Nach Bild 2 formt der Stromstoßgeber (SG) die von einer HU gelieferten polwechselnden Uhrengleichstromimpulse in Induktivstromstöße um und gibt sie über Schutzübertrager auf die Uhrenfernsteuerleitung weiter; dies geschieht an beiden Enden eines jeden Fernsteuerabschnitts.

Parallel an die Fernsteuerleitung über Schutzübertrager (SchÜ) angeschaltete Stromstoßuhrenrelais (SUR) wandeln die Stromstöße wieder in Uhrengleichstromimpulse zurück. Dabei leitet der Stromstoß nur den Beginn eines Uhrengleichstromimpulses ein; dessen Dauer wird durch örtliche Relais bestimmt.

Kommen die von den HUen A und B ausgelösten Stromstöße beider SG in größeren Abständen als der Impulslänge von zwei Sekunden nacheinander auf die Fernsteuerleitung, so werden beide von den SUR aufgenommen. Der erste von den SUR gelieferte Uhrengleichstromimpuls stellt die angeschlossenen NUen fort. Der zweite Impuls gleicher Richtung fließt zwar gleichfalls durch die gepolten Antriebssysteme der NUen, findet sie aber bereits weitergestellt vor; er kann sie nicht nochmals fortstellen.

BILD 2
Grundsätzliche Arbeitsweise
der doppelseitigen
Stromstoß-Uhrenfernsteuerung



Trifft der zweite Stromstoß bei den SUR zu einem Zeitpunkt ein, in dem der auf den ersten Stromstoß hin eingeleitete Uhrengleichstromimpuls noch nicht beendet ist, dann wird er nicht aufgenommen. In diesem Falle liefert das SUR nur einen Impuls (Regelfall bei ständiger Gleichlaufhaltung). Mittels SG und SUR lassen sich NUs auf 60 oder 30 km Reichweite über 1,4 oder 0,9 mm bespulte oder nicht bespulte Kabeladerpaare fernsteuern. Dabei können im Zuge eines solchen Fernsteuerabschnittes bis zu acht SUR parallel angeschaltet sein; außerdem kann an einer Stelle der später beschriebene Uhrentrennübertrager (UTrÜ) eingefügt werden.

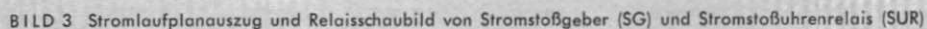
Stromstoßgeber (SG)

Der für 24 V ausgeführte Stromstoßgeber (SG) enthält im wesentlichen auf einer durch Schutzkappe abgedeckten Grundplatte einen Stromstoßübertrager und vier Hilfsrelais. Er wird gemeinsam mit der steuernden HU aus einer Batterie betrieben. Falls diese ausnahmsweise für eine andere Nenn-

spannung ausgelegt ist, wird ein GUR zwischengeschaltet, damit der SG zusammen mit diesem mit 24 V gespeist werden kann.

Sobald die HU A nach Bild 3 oben einen Plus- oder geraden Uhrengleichstromimpuls abgibt (Minutenzeiger der HU steht bei Plus-Minutenimpulsen auf einer geraden Minute), legt sie über Klemme U Minus an Klemme PJ des SG. Hierauf zieht Relais Z an und bringt mit z2 Relais J. Dieses schaltet mit i2 den Primärkreis des Stromstoßübertragers StÜ ein. Da Kontakt e6 noch geöffnet ist, kann der dadurch in der Sekundärwicklung von StÜ entstehende Induktiv-Einschaltstromstoß nicht auf die Uhrenfernsteuerleitung gelangen.

Mit i4 trennt Relais J Relais Z ab und hält sich selbst weiter; durch i6 wird der Einschaltkreis von Relais E vorbereitet. Relais Z fällt nach etwa 0,15s verzögert ab. Während dieser Zeit ist der Einschaltstromstoß von StÜ sicher abgeklungen. Sobald z6 wieder schließt, zieht Relais E an und hält sich mit e2, bevor es Relais J mit e1 abtrennt. Außerdem schaltet es mit e6 die Sekundärwicklung von StÜ an die Uhren-



fernsteuerleitung. Mit Abfall von J wird durch i2 der Primärkreis von StÜ aufgetrennt; der dabei in dessen Sekundärwicklung entstehende Ausschaltstromstoß geht als Plus-Induktivstromstoß (von b nach a gerichtet) auf die Fernsteuerleitung. Mit Ende des Plus-Uhrgleichstromimpulses von HU A fällt E wieder ab.

Der nächstfolgende Minus- oder ungerade Uhrgleichstromimpuls von HU A (ihr Minutenzeiger steht dabei auf einer ungeraden Minute) legt über Klemme N Minus an die Klemme NJ des SG und bringt damit Relais U. Dieses polt mit u2 und u6 die Primärwicklung von StÜ um und schaltet mit u4 Relais Z ein. Der weitere Ablauf der Relaiskette Z, J und E geht wie eben geschildert vor sich; der umgepolte StÜ gibt aber beim Auftrennen seines Primärstromkreises einen Minus-Induktivstromstoß auf die Uhrenfernsteuerleitung (von a nach b gerichtet). Nach Ende des Minus-Uhrgleichstromimpulses fällt zunächst Relais U ab, das wiederum Relais E abwirft.

Stromstoßuhrenrelais (SUR)

Das für Betrieb mit 12 V oder 24 V umschaltbare Stromstoßuhrenrelais (SUR) enthält nach Bild 4 ein gepoltes Relais mit Mittelstellung und zwei Hilfsrelais nebst einem Elektrolytkondensator. Alle Teile sind auf einer mit Schutzhaube abgedeckten Grundplatte angeordnet. Für das gepolte Relais wurde das bewährte GUR verwendet, das zusätzlich noch eine Haltewicklung erhielt.

In der Grundstellung von SUR nach Bild 3 unten ist Relais T angezogen und der dazu parallel liegende Elko aufgeladen. Durch t4 wird die Anschaltwicklung von UR an die Uhrenfernsteuerleitung geschaltet; t2 und t6 polen die Haltewicklung von UR derart, daß es sich nach Anzug damit selbst halten kann.

Ein eintreffender Plus-Induktivstromstoß fließt von b nach a über die Anschaltwicklung von UR; dieses zieht seinen rechten Anker an und legt dabei den Kontakt +ur um. Es hält sich über seine Haltewicklung. Außerdem erhalten die angeschalteten NUen einen Plus-Uhrgleichstromimpuls (von N nach U gerichtet; Minutenzeiger der NUen springen dadurch von ungerader auf gerade Minute).

Gleichzeitig zieht Relais S an und trennt mit s2 die Anschaltwicklung von UR von der Uhrenfernsteuerleitung ab. Mit s6 unterbricht es den Haltekreis von T, das aber erst nach Entladung des Elko C nach 2s abfällt; dadurch wird die Länge der Uhrgleichstromimpulse bestimmt. T polt nach Abfall die Halte-

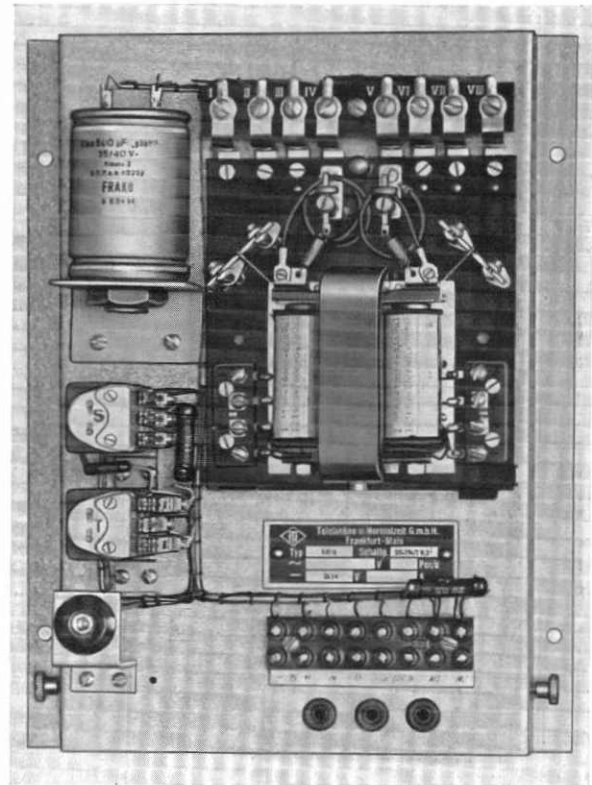


BILD 4 Stromstoßuhrenrelais (SUR)

wicklung von UR um, worauf dieses sogleich abfällt. Dadurch wird der Plus-Uhrgleichstromimpuls beendet und Relais S abgeworfen; s6 schließt wieder den Stromkreis von Relais T und s2 vorbereitend den Anschaltstromkreis von UR. Dessen Anschaltwicklung wird aber erst nach Anzug von T wieder an die Uhrenfernsteuerleitung geschaltet.

Geht ein Minus-Induktivstromstoß ein (von a nach b gerichtet), so verläuft der Schaltvorgang in derselben Weise lediglich mit dem Unterschied, daß jetzt der linke Anker von UR anzieht, damit den Kontakt-ur umlegt und dadurch einen Minus-Uhrgleichstromimpuls auf die NUen gibt (von U nach N gerichtet; die Minutenzeiger der NUen springen dabei von gerader auf ungerade Minute).

Gleichlaufhaltung der steuernden HUen durch magnetische Pendelregulierung

Wie schon erwähnt, setzt eine doppelseitig arbeitende Stromstoß-Uhrenfernsteuerung voraus, daß die, einen solchen Abschnitt beiderseits steuernden HUen keinen größeren Gangunterschied aufweisen; keinesfalls darf er mehr als 30 s betragen. Denn würde er bei Minutenbetrieb auf mehr als eine

Minute ansteigen, so würden die NUen z. B. von der einen Seite einen Plus-Stromstoß und anschließend von der anderen Seite einen Minus-Stromstoß (oder umgekehrt) erhalten und vorlaufen.

Inzwischen ist nun eine Methode bekannt geworden, die HUen nicht nur täglich einmal auf die richtige Zeit gleichzustellen, sondern sie ständig im Gleichlauf zu erhalten. Dazu läßt sich nach dem Vorschlag von Dr. Treusein vom Deutschen Hydrographischen Institut Hamburg als einfachste und genaueste Gleichlaufhaltung die magnetische Pendelregulierung verwenden.

Die HUen müssen dazu mit einem Pendelreguliersystem (PRS) ausgerüstet werden, das aus einem am Pendel befestigten permanenten Magnet und einer feststehenden Spule besteht. Dieser Magnet taucht bei jeder Pendelschwingung als Stabmagnet in die Spule ein oder greift als Hufeisenmagnet über die Spulenwicklung hinweg. Wird die Spule von Gleichstrom durchflossen, so wird der Magnet am Pendel je nach Stromrichtung kaum merklich angezogen oder abgestoßen. Dadurch wird der Gang der HU ganz allmählich verzögert oder beschleunigt.

Unter Anwendung der PRS mußte nun eine Einrichtung geschaffen werden, welche die Richtung des Gangunterschiedes zwischen der regulierenden oder taktgebenden HU und der im Gleichlauf gehaltenen oder regulierten HU selbsttätig in die entsprechende Richtung des durch die Regulierspule fließenden Gleichstroms (Reguliergeleichstrom) umsetzt.

Nun ist die Reihenfolge der Impulse der taktgebenden HU (Regulierimpulse genannt) und der regulierten HU (Vergleichsimpulse genannt) wie folgt für die Richtung ihrer Gangabweichung maßgebend:

1. Geht der Vergleichsimpuls nach dem Regulierimpuls ein, so geht die regulierte HU nach und muß beschleunigt werden.
2. Kommt der Vergleichsimpuls vor dem Regulierimpuls, so geht die regulierte HU vor und muß verzögert werden.
3. Treffen Regulier- und Vergleichsimpuls gleichzeitig ein, so geht die regulierte HU richtig und braucht nicht beeinflusst zu werden.

Mit einem aus mehreren Relais bestehenden Regulierzusatz gelingt es verhältnismäßig einfach, nach der Reihenfolge der eingehenden Impulse selbsttätig die zugehörige Richtung des Reguliergeleichstroms einzustellen. Da aber nur die Richtung, aber nicht die Größe des Gangunterschiedes zwischen taktgebender und regulierter HU festge-

stellt wird, darf die danach eingeleitete Regulierung nicht ständig bestehen bleiben. Vielmehr muß sie nach einer gewissen Zeit zurückgenommen werden. Dann muß in regelmäßigen Zeitabständen immer wieder geprüft werden, ob und in welcher Richtung ein Gangunterschied besteht und erneut reguliert werden muß.

Die für die Stromstoß-Uhrenfernsteuerung verwendete Ausführung zur Gleichlaufhaltung der steuernden HUen benötigt keine eigene Leitung für die Übertragung der zur Einleitung und Rücknahme der Regulierung nötigen Impulse; denn sie benutzt die von beiden Seiten auf die Fernsteuerleitung zur Fortstellung der NUen gegebenen Plus- und Minusstromstöße gleichzeitig für die Regulierung mit. Zur Einleitung der Regulierung werden als Regulier- und Vergleichsstromstöße nur Plusstromstöße verwendet; mit dem darauf folgenden Minusimpuls der regulierten HU (Minus-Zurückstellimpuls) wird eine bestehende Regulierung zurückgenommen. Vom Minusstromstoß bis zum folgenden Plusstromstoß wird die im Gleichlauf zu haltende HU nicht beeinflusst.

Bei dieser Festlegung lassen sich Gangunterschiede bis zu 30 s zwischen taktgebender und regulierter HU sicher ausregulieren. Dies ist für Störungsfälle wichtig, um z. B. durch Leitungsunterbrechung allmählich aufgelaufene größere Gangunterschiede nach Störungsbehebung selbsttätig wieder nach und nach auszugleichen.

Der täglich ausregelbare Gangunterschied ist von Pendellänge und -ausführung (insbesondere Gewicht) sowie von der Größe des Reguliergeleichstroms abhängig. Z. B. lassen sich bei diesem zweiminütlichen Regulierrythmus mit 10 mA Reguliergeleichstrom täglich folgende Gangunterschiede ausregulieren:

- Bei einem 1 s Invarnickelstahl-Kompensationspendel 5 s und
- bei einem $\frac{3}{4}$ s Holzstabpendel mit nicht ausgeglichener Linse 64 s.

Um die Gleichlaufhaltung durch magnetische Pendelregulierung so sicher wie nur möglich zu gestalten, wurde der im folgenden beschriebene Regulierzusatz so entwickelt, daß er nachstehenden Bedingungen entspricht:

Einleiten der Regulierung erst nach Eingang des zweiten Stromstoßes (Schutz gegen Verregulierung durch Impulsausfall).

Doppelte Regulierungszurücknahme (Schutz gegen Verregulierung durch fehlende Regulie-

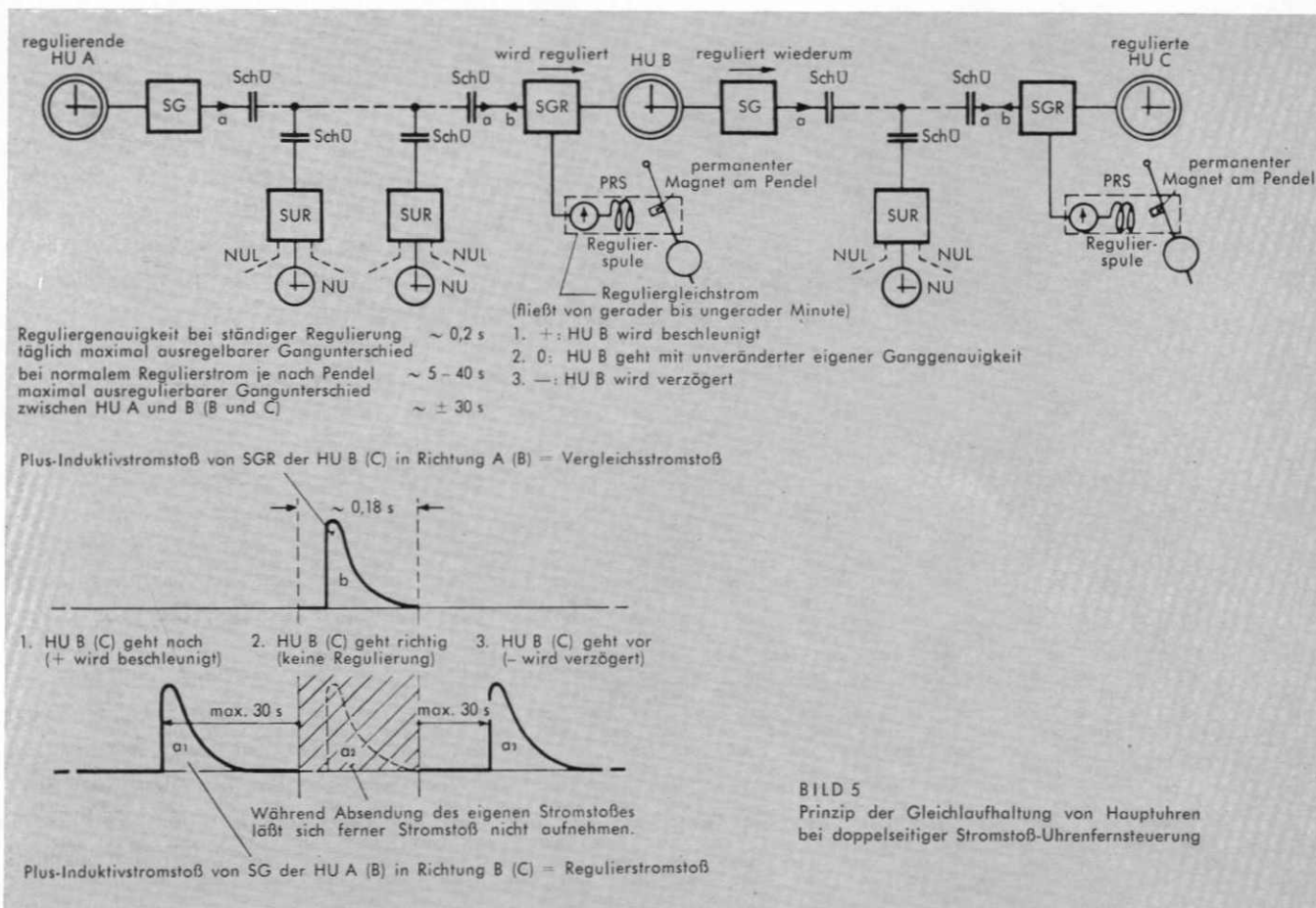


BILD 5
Prinzip der Gleichlaufhaltung von Hauptuhren bei doppelseitiger Stromstoß-Uhrenfernsteuerung

rungszurücknahme, z. B. durch Ausfall des Zurückstellimpulses).

Nichteinleiten der Regulierung beim Zusammentreffen von Regulier- und Vergleichsimpuls.

Stromstoßgeber mit HU-Gleichlaufregulierung (SGR)

Nach Bild 5 muß dazu ein Stromstoßgeber für die HU-Gleichlaufregulierung so zu einem SGR ergänzt werden, daß er außer den Aufgaben des SG den eigenen Stromstoß als Vergleichsstromstoß und den fernen Stromstoß als Regulierstromstoß aufnehmen kann; damit muß er entsprechend ihrer Reihenfolge den Reguliergleichstrom in der zugehörigen Richtung im angeschlossenen PRS der regulierten HU einschalten und mit deren folgendem Minusimpuls wieder zurücknehmen. Jedoch ist es nicht möglich, Regulier- und Vergleichsstromstöße gleichzeitig aufzunehmen, wenn sie zusammentreffen. Diese Zeitspanne beträgt nach Bild 5, abhängig von Relaischaltzeiten, etwa 0,18 s; sie bestimmt die Gleichlaufgenauigkeit auf Stromstoß-Uhrenfernsteuerstrecken.

Wie in Bild 5 weiter dargestellt ist, kann man im Zuge einer Fernsteuerstrecke auch weitere HUen auf diese Weise ständig im Gleichlauf erhalten. Z. B. ist HU B regulierte HU von A her gesehen und gleichzeitig taktgebende HU für HU C. In der Regel wird die HU-Zentrale am BD-Sitz als Ausgangspunkt der Gleichlaufhaltung gewählt. Je nach Zahl der hintereinander liegenden HUen (z. B. 5) wird die Gangabweichung zwischen Ausgangspunkt und letzter HU über 0,2 s ansteigen (z. B. auf max. 1 s). Der in Bild 6 dargestellte, für 24 V Betriebsspannung ausgeführte Stromstoßgeber mit HU-Gleichlaufregulierung (SGR) enthält auf einer mit Schutzkappe abgedeckten Grundplatte den Stromstoßübertrager, neun Hilfsrelais, sieben Gleichrichter und einen Elko; auf einer Platte unter einem Schutzkappenausschnitt sind noch drei Lampen und zwei Tasten für die Überwachung vorgesehen.

Hinsichtlich der Stromstoßgabe arbeitet der SGR ebenso wie beim SG beschrieben. Jedoch ist die Relaiskette Z, J und E um Relais C erweitert; es kommt nach Abfall von Z, schaltet Relais E an und wird durch Abfall von J wieder verzögert abge-

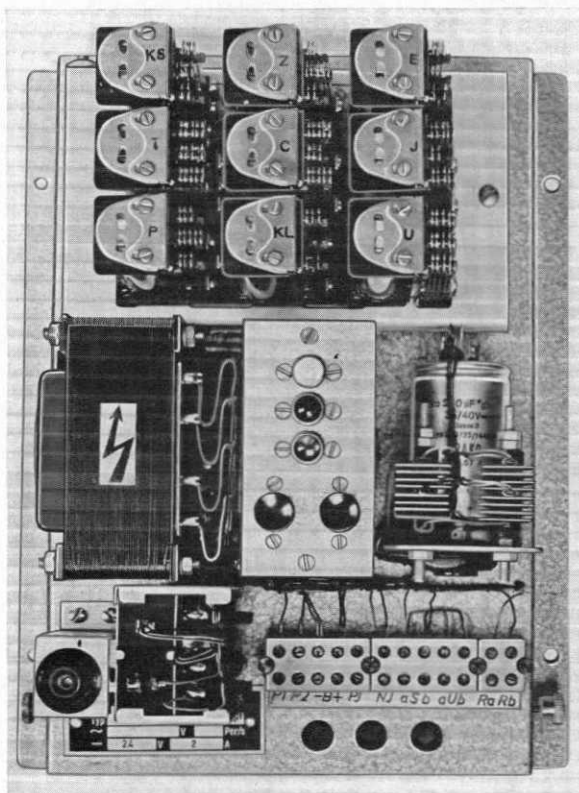


BILD 6
Stromstoßgeber mit HU-Gleichlaufregulierung und Überwachung von Hand (SGR)

worfen. Praktisch ist es nur während der Aussendung des eigenen Stromstoßes angezogen. Zur Aussendung der Stromstoße genügt es, wenn die HU die Relaiskette mit ihren Impulsen lediglich anstößt; auch wenn die HU-Impulse nur kurz gegeben oder unterbrochen werden, läuft die Relaiskette bis zum Ende ab.

Der SGR enthält ferner die Kontrollrelais KS und KL für die Aufnahme des Vergleichs- und Regulierstromstoßes sowie zur Einschaltung des Reguliergleichstromes; dessen Stromrichtung wird durch Relais P abhängig von der Stromstoßreihenfolge eingestellt. Schließlich ist zur Überwachung des SGR bei der später erwähnten Stromstoßkontrolle noch das Relais T vorhanden.

Geht die HU B vor, so wird ihr Gang nach Bild 7 wie folgt verzögert:

Zunächst gibt nach Bild 7a HU B einen Plusimpuls (von N nach U gerichtet) zum SGR; dieser sendet darauf einen Plusstromstoß (von b nach a gerichtet) auf die Uhrenfernsteuerung. Während der Abgabe des Plusstromstoßes ist Relais C angezogen. Es legt die Anschaltewicklung von KS parallel zur Fernsteuerleitung. Damit es nur auf den als

Plusstromstoß kommenden Vergleichsstromstoß anspricht, ist ihm eine Sperrzelle vorgeschaltet; KS hält sich selbst. Relais C fällt nach Ende des Plusstromstoßes wieder ab.

Nun trifft nach Bild 7b von der fernen taktgebenden HU A als Regulierstromstoß ein Plusstromstoß ein, auf den Relais KL anspricht; auch KL hält sich dann selbst. Durch KL- und KS-Kontakte wird der Regulierstromkreis geschlossen; der Reguliergleichstrom fließt nun in Richtung von P1 nach P2 durch die Regulerspule; dadurch wird der Magnet am Pendel angezogen und der Gang der regulierten HU B allmählich verzögert.

Beim nächsten Minusimpuls der regulierten HU B kommt nach Bild 7c zunächst Relais U; es trennt jetzt zusätzlich die Haltestromkreise der Relais KL und KS auf und beendet damit die Regulierung, wenn es mit seinen übrigen Kontakten zur Aussendung des Minusstromstoßes STU umpolt und die Relaiskette einschaltet.

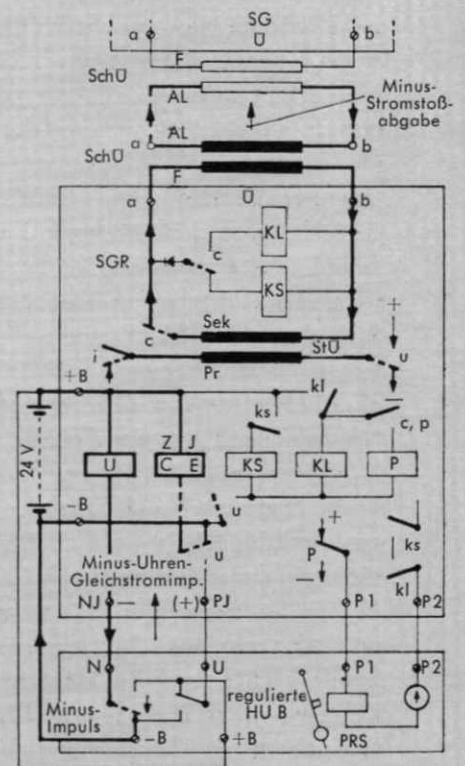
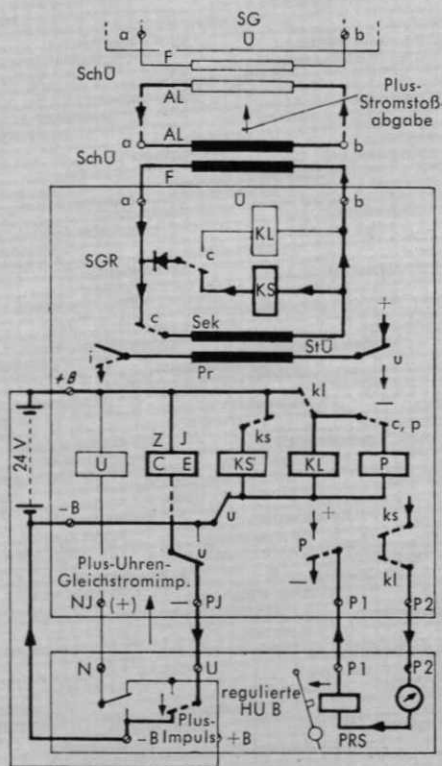
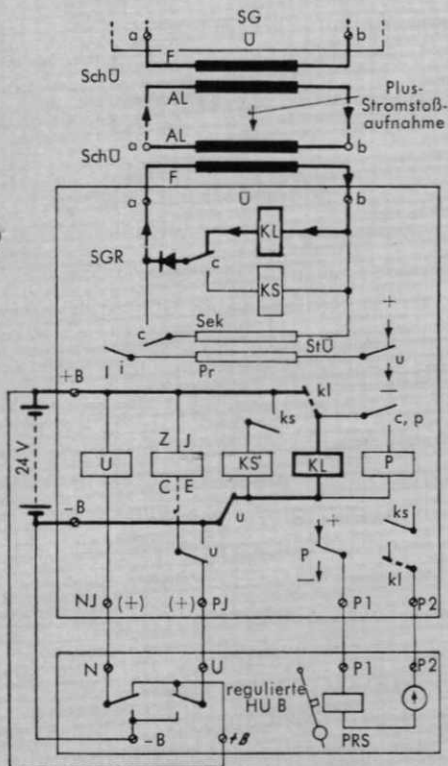
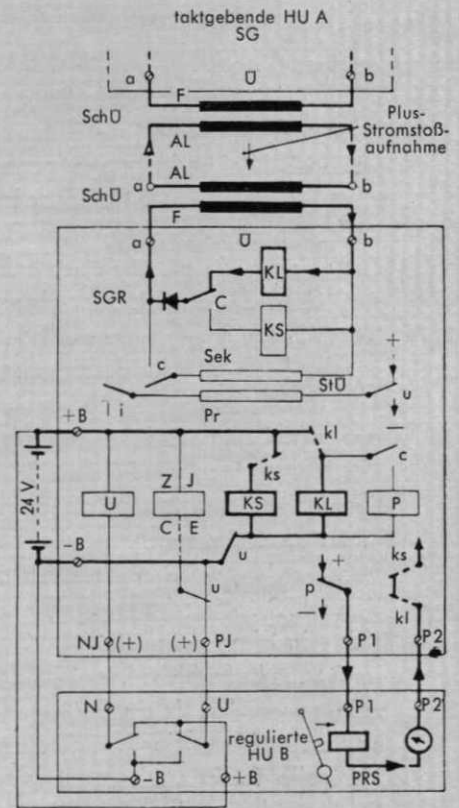
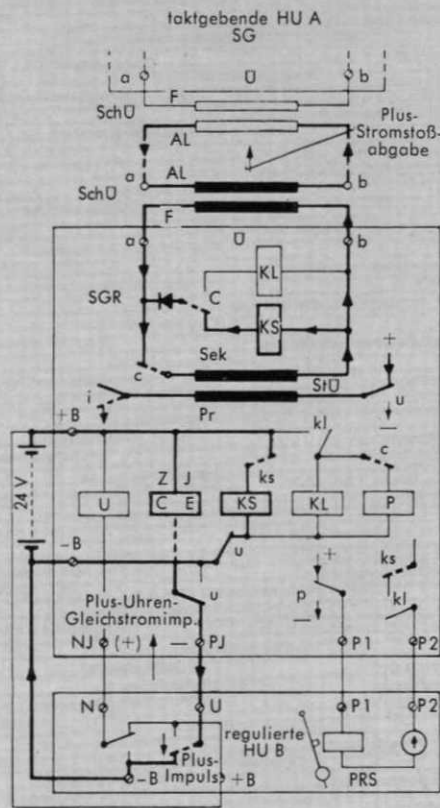
Geht HU B richtig, so trifft nach Bild 7a der ferne Regulierstromstoß im gleichen Zeitpunkt ein, in dem der eigene Vergleichsstromstoß ausgesandt wurde. Relais KL kommt nicht; HU B wird nicht reguliert. Dasselbe trifft zu, wenn der Regulierstromstoß z. B. wegen einer Leitungsunterbrechung nicht ankommt.

Geht HU B nach, so trifft nach Bild 7c zuerst der Regulierstromstoß der fernen taktgebenden HU A ein. Darauf spricht Relais KL an und hält sich. Über den Haltekreis von KL wird auch der Stromkreis für Relais P vorbereitet. Kurz vor Aussendung des Vergleichsstromstoßes zieht Relais C an; es schließt den Stromstoß von Relais P, das sich über einen eigenen Kontakt hält. P polt den Regulierstromkreis um.

Mit Aussendung des Vergleichsstromstoßes nach Bild 7d kommt KS und hält sich. Der Regulierstromkreis wird dadurch endgültig geschlossen; der Reguliergleichstrom fließt aber nach Umpolung durch P von P2 nach P1 in umgekehrter Richtung durch die Regulerspule. Dadurch wird der Magnet am Pendel von der Spule abgestoßen. HU B wird dabei ganz wenig beschleunigt. Mit dem nächsten Minusimpuls von HU B wird die Regulierung, wie bereits beschrieben, wieder zurückgenommen.

Am SGR läßt sich bei gedrückter Regulierkontrolltaste feststellen, ob und in welcher Richtung eine Regulierung eingeleitet ist. Solange HU B beschleunigt oder verzögert wird, leuchtet bei Tastendruck am SGR eine grüne oder blaue Lampe auf. Kommt keine Lampe, so wird nicht reguliert.

Stromlaufplanauszug für den Stromstoß-
geber mit HU-Gleichlaufregulierung (SGR)



Jetzt muß noch festgestellt werden, ob nicht reguliert wird, weil sich beide Stromstöße überdecken oder weil ein Stromstoß fehlt.

Dazu wird bei gedrückter Stromstoßkontrolltaste durch Aufleuchten einer blauen und grünen Lampe geprüft, ob auf der Fernsteuerleitung sowohl der abgehende als auch der ankommende Stromstoß übertragen wird, oder ob ein Stromstoß fehlt. Damit beide Stromstöße auch dann aufgenommen werden können, wenn sie sich überdecken, wird der eigene Vergleichsstromstoß um 0,8 s verzögert ausgesandt. Dazu wird die Abfallzeit von Relais Z durch einen Elko von 0,2 s auf 0,8 bis 1 s vergrößert. Damit durch die Stromstoßkontrolle nicht nur die Plusstromstöße, sondern auch die Minusströme erfaßt werden, werden die Gleichrichter, die Relais KL und PS vorgeschaltet sind, jetzt zu einer Gleichrichterbrücke ergänzt. Sollten KL und KS durch eine im Gange befindliche Regulierung noch angezogen sein, so werden sie durch Gegenenergie erst abgeworfen, bevor durch Hilfsrelais T die Stromstoßkontrolle fertig vorbereitet wird. Am Ende der Stromstoßkontrolle werden KL und KS mit Loslassen der Taste wieder abgeworfen; die Kontrolllampen erlöschen dann. Da der Vergleichsstromstoß verzögert ausgesandt wird, darf bei und unmittelbar nach der Stromstoßkontrolle keine Regulierung eingeleitet werden. Dies ist erst wieder möglich, nachdem beim nächsten Minusimpuls der regulierten HU B Relais T wieder abgeworfen wurde.

Bei der Regulier- und Stromstoßkontrolle leuchtet am SGR außerdem vom Eingang des Uhrenimpulses der HU B bis zur Aussendung des Stromstoßes eine weiße Lampe auf.

Damit die Regulierung nicht nur von HU B, sondern auch z. B. von der zweiten HU einer HU-Zentrale zurückgenommen werden kann, können die Relais KL und KS über einen besonderen Anschluß am SGR durch den Minusimpuls dieser weiteren HU mittels Gegenenergie abgeworfen werden. Ist nur eine HU vorhanden, so wird eine bei Ausfall ihres Minusimpulses bestehende gebliebene Regulierung durch ihren nächsten Plusimpuls zurückgenommen. Neuerdings wird mehrfach gewünscht, daß man auch bei den SG in gleicher Weise wie beim SGR die ankommenden und abgehenden Stromstöße überprüfen kann. Um dies zu erreichen, müssen entweder durchweg SGR eingesetzt oder die vorhandenen SG durch Zufügen von Relais C, KL und KS sowie einer Taste und drei Lampen zu Stromstoßgebern mit Überwachung (SGÜ) entsprechend ergänzt werden.

Außerdem kann man künftig in SG, SGÜ und SGR parallel zur Primärwicklung des StÜ eine Kontrolluhr KU anschließen, die bei Weitergabe der Stromstöße fortgestellt wird. Diese löst sogar bei Impulsausfall durch einen bei ihrem Fortstellen von einer Nockenscheibe jeweils hin- und hergelegten Wechselkontakt in HU-Zentralen Alarm aus.

Stromstoßerneuerung (SE)

Reicht die mit SG und SGR erzielbare Reichweite nicht aus, so lassen sich, wie in Bild 8 dargestellt, im Zuge von Fernsteuerstrecken Stromstoßerneuerungen (SE) zwischenschalten. Diese nehmen in beliebiger Übertragungsrichtung Stromstöße auf und geben sie wie ein SG in voller Stärke auf den anderen Leitungsabschnitt weiter. Gleichzeitig formen sie die aufgenommenen Stromstöße in Uhrengleichstromimpulse zurück und stellen damit die angeschlossenen NUen fort. Die SE stellt somit eine Kombination aus einem SG und zwei SUR dar.

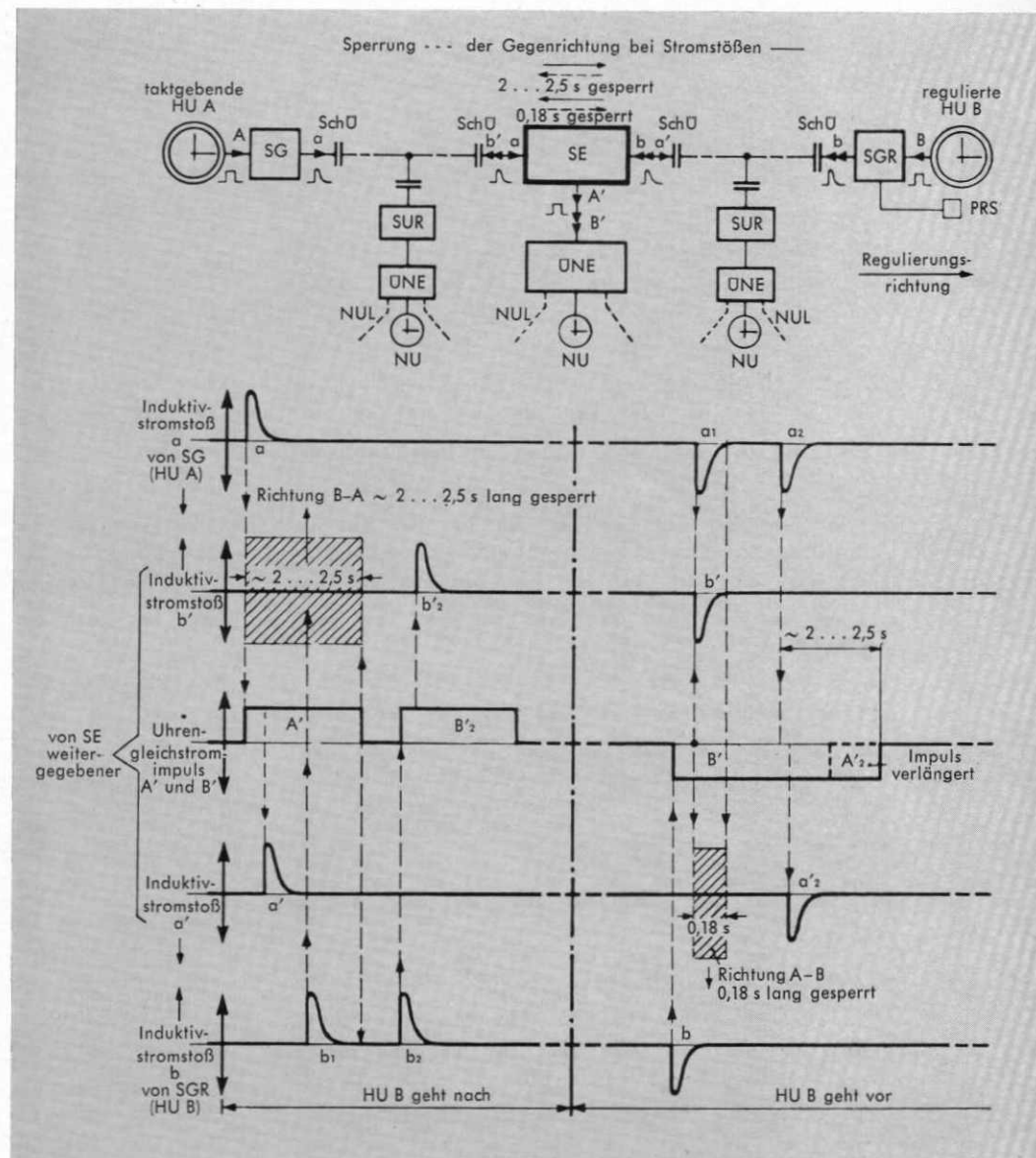
Durch Einschalten einer SE läßt sich die Reichweite verdoppeln. Außerdem kann durch ihren Einsatz die Betriebssicherheit erhöht werden, wenn man bewußt schon vor Erreichen der maximalen Reichweite SE zwischenschaltet.

Da an der Einschaltstelle einer SE die Uhrenfernsteuerleitung aufgetrennt wird, bleiben die Auswirkungen eines Leitungsnebenschlusses oder -kurzschlusses auf den Leitungsabschnitt von der SE zum SG oder SGR beschränkt (siehe auch Bild 10). Die SE selbst wird im Gegensatz zu einem SUR von einem einseitigen Nebenschluß oder Kurzschluß nicht betroffen; deshalb wird sie neuerdings bevorzugt auch an wichtigen und größeren Betriebsstellen eingesetzt, wo wegen der vielen NUen eine größere Betriebssicherheit angestrebt wird. Daß die SE gleichzeitig auch die Aufgabe des später erwähnten Uhrenübertragers mit übernimmt, sei außerdem erwähnt.

Die für 24 V Betriebsspannung ausgeführte SE enthält auf einer durch Schutzkappe abgedeckten Grundplatte zwei gepolte Relais mit Mittelstellung, einen Stromstoßübertrager, acht Hilfsrelais und einen Elko. Auf einer Platte unter einem Schutzkappenausschnitt sind zur Überwachung noch eine Taste und zwei Lampen angeordnet.

Nach Bild 8 sperrt die SE bei Durchgabe von Stromstößen von A nach B die Gegenrichtung B-A etwa 2 s lang auf die Dauer der Uhrengleichstromimpulse. Mit Rücksicht auf die Verwendung der Plusstromstöße von HU A als Regulierstromstöße für

BILD 8
Grundsätzliche Arbeitsweise
der Stromstoßerneuerung (SE)



HU B darf aber, wenn ein Stromstoß von B nach A gegeben wurde, die Richtung A-B nicht gleichfalls so lange blockiert werden. Durch später besprochene zusätzliche Maßnahmen wurde erreicht, daß auf Stromstöße von B nach A die Richtung A-B nur 0,18 s lang gesperrt bleibt.

In Bild 9 ist die Wirkungsweise der SE in einem Stromlaufplanauszug dargestellt.

In der Grundstellung ist Relais T angezogen und der parallel dazu liegende Elko aufgeladen. An den nach A und B führenden Fernsteuerleitungsabschnitten liegen die Anschaltwicklungen der gepolten Relais UR I und UR II.

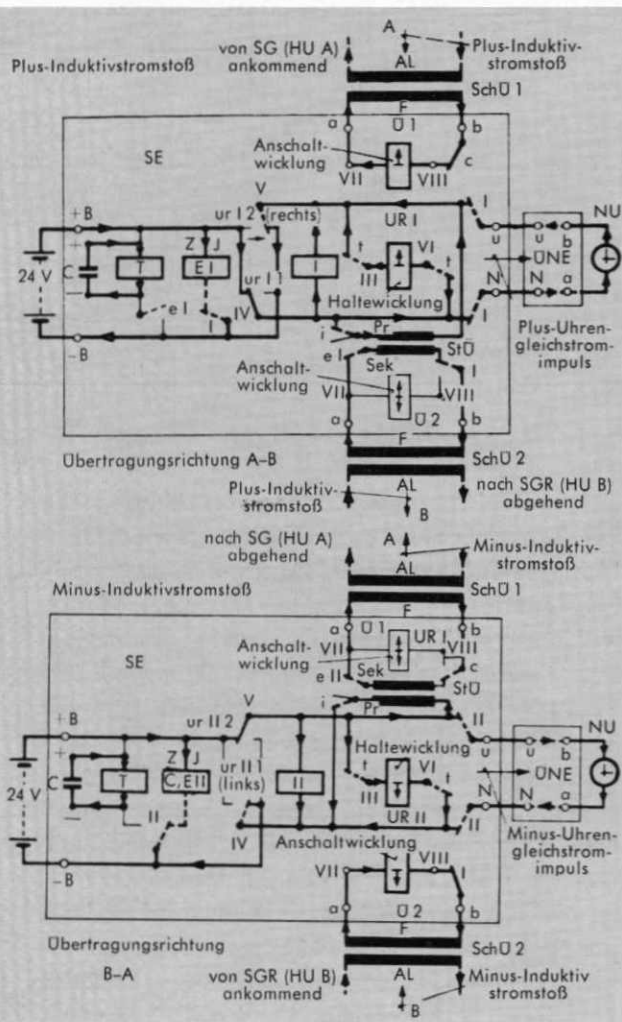
Kommt z. B. ein Plusstromstoß (von b nach a gerichtet) aus Richtung A an, so spricht das gepolte Relais UR I darauf an und hält sich über ur I 2 selbst.

Das parallel zur Haltewicklung von UR I liegende Relais I zieht an und gibt auf die angeschlossenen NUen einen Plus-Uhrengleichstromimpuls (von N nach U gerichtet). Außerdem trennt es die Anschaltwicklung von UR II vom abgehenden Leitungsabschnitt ab und schaltet dafür den Stromstoßübertrager StÜ an. Durch einen Kontakt von I läuft die Relaiskette Z, J, E I an; diese arbeitet sinngemäß wie beim SG beschrieben. Mit Abfall von J gibt sie einen Plusstromstoß auf den nach B weitergehenden Leitungsabschnitt. Durch E I wird Relais T abgetrennt und fällt durch den Elko verzögert nach 2 s ab. Wie beim SUR beschrieben, wird dadurch die Haltewicklung von UR I umgepolt; es fällt so gleich ab, beendet durch Zurücklegen von ur I 2 den Plus-Uhrengleichstromimpuls und wirft Relais I ab.

Dadurch wird UR II wieder an den Leitungsabschnitt nach B angeschaltet; so lange bleibt also die Übertragungsrichtung von B nach A gesperrt. Ferner wird durch I die Relaiskette abgeschaltet und durch Abfall von Relais E der Stromkreis von T geschlossen, das darauf wieder anzieht.

Wird in der Gegenrichtung B-A z. B. ein Minusstromstoß durchgegeben (von a nach b gerichtet), so spricht UR II darauf an und hält sich über ur II 1. Durch Relais II wird ein Minus-Uhrgleichstromimpuls der angeschlossenen NUen eingeleitet (von U nach N gerichtet); außerdem wird durch II Relais T abgetrennt und die Relaiskette Z, J, C, E II angeworfen, die ähnlich wie beim SGR abläuft. Das an den Leitungsabschnitt in Richtung A angeschaltete gepolte Relais UR I wird jetzt nur so lange gegen den Stromstoßübertrager ausgetauscht, wie Relais C auf etwa 0,18 s angezogen ist. Dadurch wird die

BILD 9 Stromlaufplanauszug für die Stromstoßerneuerung (SE)



Übertragungsrichtung A-B nur während dieser kurzen Zeit gesperrt. Nach Abfall von T wird UR II durch Umpolung abgeworfen. Es beendet den Minus-Uhrgleichstromimpuls und wirft Relais II ab; dieses trennt die Relaiskette ab und schaltet Relais T wieder ein, das darauf anzieht.

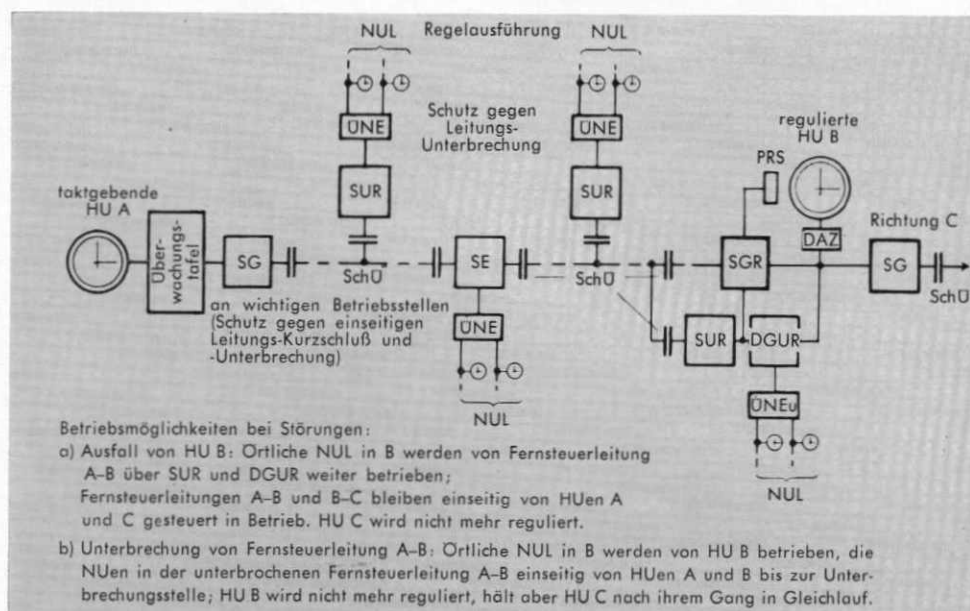
Da die Uhrenfernsteuerung auch arbeitet, wenn eine Stromstoßrichtung ausfällt oder die Uhrenfernsteuerleitung an einer Stelle unterbrochen ist, muß sich an einer SE prüfen lassen, ob die Stromstöße von beiden Richtungen eintreffen. Während dieser Prüfung werden durch Tastendruck die gepolten Relais UR I und UR II fest an die beiden Leitungsenden angeschaltet; die Stromstoßweitergabe wird während der Prüfdauer durch Abtrennen der Relaiskette gesperrt. Jeder ankommende Stromstoß schaltet eine zugehörige Überwachungs-lampe ein. Der Uhrgleichstromimpuls der SE wird bis Loslassen der Taste dadurch verlängert, daß Relais T nicht abfallen kann. Nach Loslassen der Prüftaste wird in Richtung B ein Stromstoß weitergegeben. Neuerdings wird zusätzlich gewünscht, daß sich an einer SE ohne Verzögerung der Stromstoßübertragung nicht nur die ankommenden, sondern auch die abgehenden Stromstöße mit überwachen lassen. Durch entsprechende Kontaktfolge von Relais E I und E II kann die SE bei gleichzeitigem Eingang von Stromstößen aus Richtung A und B nur einen Stromstoß nach B weitergeben. Damit UR I nach Durchgabe eines Stromstoßes von B nach A nicht durch Relais T abgeworfen werden kann, sind die Umpolkontakte seiner Haltewicklung so lange unwirksam, als E II angezogen ist.

Unterteilung der Nebenuhren nach Nebenuhrlinien (NUL)

Nicht nur hinter einzelnen HUen, sondern auch hinter den SUR und SE längs Uhrenfernsteuerstrecken muß es möglich sein, die NUen nach NUL zusammengefaßt zu unterteilen und sie von hier aus messen, überwachen, abschalten und nachstellen zu können. Dazu wurden gleichzeitig mit den Fernsteuerbauteilen auch geeignete Einrichtungen zur Überwachung und Nachstellung der NUL entwickelt.

Die verschließbare Überwachungs- und Nachstell-einrichtung (UNE) läßt eine Aufteilung auf zehn NUL zu. Dazu sind auf einer Grundplatte außer den allgemein zur Überwachung verwendeten Teilen je NUL ein Schalter und zwei G-Sicherungen von 0,1 A vorhanden. Die am Eingang ankommenden

BILD 10
Schaltanordnung für einzelne
Hauptuhren bei doppelseitiger
Stromstoß-Uhrenfernsteuerung



Uhrgleichstromimpulse werden dort durch eine parallel angeschlossene Kontrolluhr überwacht. Durch Umlegen eines NUL-Schalters nach oben lassen sich an Buchsen anschließbare Volt- und Ampèremeter sowie eine eingebaute Nachstellkontrolluhr in diese NUL einschalten. Wird in dieser Schalterstellung die Nachstellumschalttaste gedrückt, so kann die betreffende NUL mit Hilfe der Plus- und Minus-Nachstelltasten von Hand nachgestellt werden. Bei nach unten umgelegtem NUL-Schalter wird diese NUL abgetrennt und kurzgeschlossen; dabei kann man unter Drücken einer Isolationsmeßtaste mit Hilfe des angeschalteten Voltmeters überprüfen, ob ein grober Isolationsfehler der NUL gegen Erde vorliegt.

Reicht die zehnteilige ÜNE nicht aus, so läßt sie sich durch Anschluß einer ÜNE-Ergänzung für 18 NUL erweitern. Dabei ist es möglich, die NUL in Gruppen von zehn (in der ÜNE) und zweimal neun (in der ÜNE-Erg) zu unterteilen, um die Steuerleistung durch Vorschalten von GUR vor jede Gruppe bei Bedarf erhöhen zu können.

Neuerdings ist für kleinere Verhältnisse eine in Kabelschränken einsetzbare, nicht verschleißbare Überwachungs- und Nachstellplatte (ÜNP) für fünf NUL entwickelt worden; sie bietet fast die gleichen Möglichkeiten wie die ÜNE. Bei Bedarf kann sie durch fünfteilige Ergänzungsplatten erweitert werden.

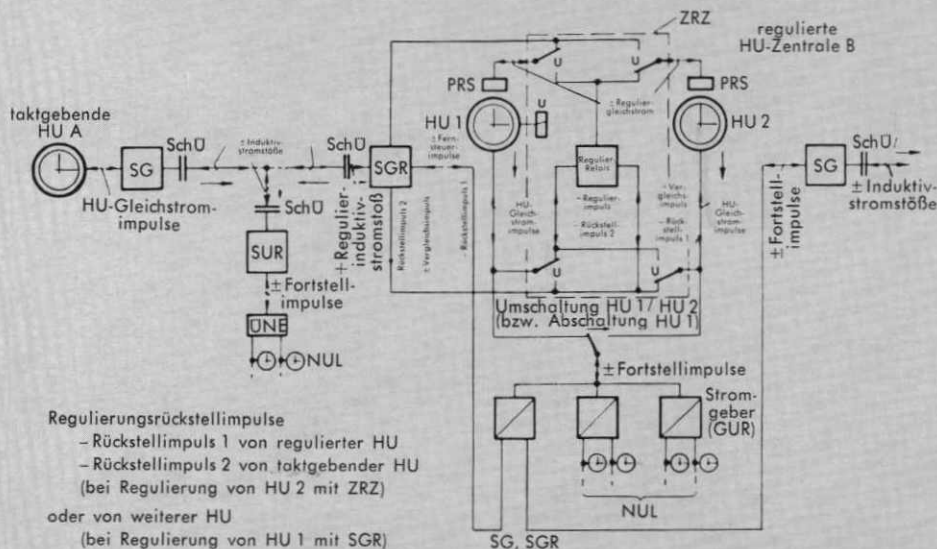
Will man mehr als 40 NUL anschließen, dann empfiehlt es sich schon, die für doppelseitige Steuerung mit Uhrgleichstromimpulsen ausgeführte Uhren-

unterzentrale (enthält keine HUen) zu verwenden. Diese besitzt bereits eingebaute Meßinstrumente, eine selbsttätige Nachstelleinrichtung, eine Überwachung der NUL auf Erdschluß sowie der Steuerungen und NUL-Gruppen auf Impulsausfall.

Anschluß der Uhrenfernsteuerleitungen an einzelne HUen

An Orten mit HUen werden meist mehr NUen vorhanden sein als an Betriebsstellen mit SUR und SE. Während die NUen längs der Fernsteuerleitungen auch bei Leitungsunterbrechung oder einseitiger Fernsteuerung sowie bei SE auch bei einseitigem Schluß noch fortgestellt werden, würden sie an Orten mit einer HU bei deren Ausfall stehenbleiben. Durch die in Bild 10 dargestellte Schaltanordnung lassen sich die NUen auch an Orten mit nur einer HU im Zuge oder am Ende von Fernsteuerstrecken sowohl von der HU als auch von der Fernsteuerleitung aus (mit vorgeschaltetem SUR) über ein DGUR doppelseitig fortstellen. Durch einen der HU vorgeschalteten Dauerimpuls-Abschaltezusatz (DAZ) wird verhindert, daß die HU bei Dauerimpulsen das DGUR blockieren könnte.

Um auch in diesen Fällen nicht nur die NUL, sondern auch HU, SUR, SG, SGR und DGUR bei Unterhaltungsarbeiten und Störungsbeseitigung einzeln überwachen und abschalten zu können, wird dazu eine ÜNE mit unterteiltem Eingang benutzt. Diese ÜNEu hat zwei Haupteingänge; außerdem lassen sich vier NUL-Anschlüsse von diesen Haupteingängen abtrennen. Die bisher für zehn NUL her-



gestellte ÜNEu wird künftig für 18 NUL ausgeführt werden; bei Bedarf kann sie auch als 18teilige ÜNE benutzt werden. Sie läßt sich gleichfalls durch ÜNE-Erg erweitern.

Anschluß der Uhrenfernsteuerleitungen an HU-Zentralen

Liegt nach Bild 11 im Zuge einer Uhrenfernstrecke eine HU-Zentrale, so wird deren HU 1 über die Fernsteuerleitung mittels SGR durch magnetische Pendelregulierung, wie beschrieben, im Gleichlauf erhalten. HU 2 wurde bisher bei älteren Zentralen von HU 1 ständig synchronisiert. Damit bei Umschaltung von HU 1 auf HU 2 nunmehr auch HU 2 von außen her reguliert wird und außerdem die Nachteile der Synchronisierung vermieden werden, wird letztere künftig durch einen HU-Zentralenregulierzusatz (ZRZ) ersetzt. Dieser arbeitet nach den gleichen Bedingungen wie der SGR und hält HU 2 durch magnetische Pendelregulierung ebenfalls ständig auf 0,02 s genau im Gleichlauf. Sobald bei Umschaltbetrieb von HU 1 auf HU 2 umgeschaltet oder bei Parallelbetrieb HU 1 abgeschaltet wird, bewirkt er durch zwei von HU 1 betätigte Hilfsrelais, daß nunmehr HU 2 von außen her im Gleichlauf erhalten wird und diese wiederum HU 1 reguliert. Dann ist die Gleichlaufhaltung in HU-Zentralen unabhängig von der Betriebsstellung ihrer HUen jederzeit gewährleistet.

An größeren Orten kann bei Bedarf auch im Ortsbereich eine ringförmige Stromstoß-Uhren-

fernsteuerleitung eingerichtet werden. Sie wird an beiden Enden von derselben HU-Zentrale aus mit SG betrieben; letztere müssen aber dort aus Sicherheitsgründen an verschiedene NUL-Gruppen angeschlossen werden.

Abriegelung und Unterteilung von Uhrenfernsteuerleitungen

Doppelseitig mit Stromstößen betriebene Uhrenfernsteuerleitungen dürfen bei SG, SGR, SUR und SE nur mit Schutzübertragern (SchÜ) abgeriegelt werden, die für Fernspreverbindungen mit Zwischenstellen besonders entwickelt wurden. Gewöhnliche Leitungsübertrager sind dafür nicht geeignet, da sie mit ihrem zu kleinen Eisenquerschnitt übersättigt würden und die Stromstöße nicht einwandfrei übertragen könnten.

Auf Wechselstrombahnen stehen die Kabeladern durch induktive Beeinflussung des Fahrdrathstromes ständig unter Beeinflussungsspannung. Da diese in beiden Adern gegen Erde überall gleich groß ist, kann sie sich über die Schutzübertrager hinweg nicht auf die angeschlossenen Uhrenfernsteuer-einrichtungen auswirken.

Ist aber eine Ader z. B. durch Ziehen eines Trennmessers am Endverschluß unterbrochen, so wird zwischen den Adern eines Paares ein Teil der Beeinflussungsspannung wirksam. Damit dieser Teil der Längsspannung im Regelbetrieb nicht so groß werden kann, daß die gepolten Relais im SUR oder SE darauf ansprechen und die angeschlossenen

NUen vorgehen würden, muß er durch zwischen-geschaltete Uhrentrennübertrager (UTrÜ) genügend verringert werden. Dies ist praktisch der Fall, wenn die nach Einschaltung von UTrÜ und SE zwischen SG und SGR entstehenden Leitungsabschnitte nicht länger als 25 km sind.

Bei Fahrleitungskurzschluß und gleichzeitiger ein-adriger Unterbrechung kann diese Teillängsspannung ein SUR oder ein SE wohl weiter stellen. Da aber der Kurzschluß in Bruchteilen einer Sekunde abgeschaltet wird, kann ein einmaliges vorzeitiges Weiterstellen der daran angeschlossenen NUen in Kauf genommen werden.

Planung von Uhrenfernsteuerleitungen längs verkabelter Strecken

Hauptuhren sollen längs Uhrenfernsteuerstrecken nur in größeren Bahnhöfen, wenn möglich an wichtigen Knotenpunkten, eingesetzt werden. Zur Fernsteuerung dürfen nur HUen mit Präzisionsauslösung des Kontaktlaufwerks (Auslösegenauigkeit $< \pm 0,3$ s) und einer Mindestkontaktdauer von 1,5 s benutzt werden. Wenn möglich, sollen wegen ihrer wesentlich genaueren Kontaktgabe HUen mit Pendelkontakt und Schrittschaltwerk (Auslösegenauigkeit $< \pm 0,02$ s) Verwendung finden.

In der Regel werden die HUen vom BD-Sitz aus bis zur BD-Grenze im Gleichlauf erhalten. Fernsteuerabschnitte über die BD-Grenzen hinweg benötigen dann keine Gleichlaufhaltung.

Die Stromstoßerneuerungen werden möglichst auf größeren Bahnhöfen mit vielen NUen eingesetzt, auch wenn sie etwas einseitig in den Fernsteuerabschnitten zu liegen kommen.

Stromstoßuhrenrelais brauchen nur in jedem zweiten bis dritten Bahnhof vorgesehen zu werden, wenn sich die NUen in dazwischenliegenden Bahnhöfen und Betriebsstellen der freien Strecke mit 24 V bei der vorhandenen Zahl von NUen noch unmittelbar betreiben lassen, ohne daß die auf beeinflussten Strecken größtzulässige Länge von 8 km überschritten wird. Andernfalls müssen auch in den zwischenliegenden Bahnhöfen SUR eingesetzt werden.

Einbau, Einschaltung und Unterhaltung von Uhrenfernsteuerstrecken

Beim Einbau muß der Querschnitt der Batterieanschlußdrähte so groß bemessen werden, daß, solange Gleichstrom über die Primärwicklungen von STÜ fließt sowie SE und SUR Uhrengleichstromimpulse von 0,8 A abgeben, der Spannungsabfall

von der Batterie bis zu den Anschlußklemmen an den Uhrenfernsteuereinrichtungen 0,2 V nicht überschreitet. Die gepolten Relais der SUR und SE müssen sorgfältig nach der vorliegenden Einstellvorschrift eingestellt werden.

Bei der Einschaltung muß genau auf richtige Polung geachtet und die in der Einstellanweisung angegebene Einschaltreihenfolge eingehalten werden.

Im einzelnen muß dazu erst örtlich geprüft werden, ob in SG und SGR bei Minusimpulsen der steuernden HU die U-Relais ansprechen; ferner müssen, wenn die rechten Anker der gepolten Relais von SUR und SE von Hand niedergedrückt werden, die angeschlossenen NUen einen Plusimpuls erhalten und ihre Zeiger von ungerader auf gerade Minute springen (oder einen Minusimpuls beim Niederdrücken des linken Ankers).

Nachdem festgestellt ist, daß die Fernsteuereinrichtungen örtlich richtig arbeiten, werden zunächst SGR, SE und SG an einen Uhrenfernsteuerabschnitt angeschaltet. Erst wenn ein Abschnitt durchgehend in beiden Richtungen ordnungsgemäß arbeitet, werden die SUR nacheinander angeschlossen.

Nach fertiggestellter Einschaltung muß noch überprüft werden, ob die Anlage auch unter den ungünstigsten Stromverhältnissen, nämlich bei einer Batteriespannung von 21,6 V (entspricht einer fast entladenen Batterie mit 1,8 V je Zelle), noch einwandfrei läuft; gegebenenfalls werden für diese Spannungsprüfung die Fernsteuereinrichtungen mit elf Bleizellen (ggf. eine Zelle gegengeschaltet) und abgeschaltetem Gleichrichtergerät betrieben. Die SG, SGR und SE müssen dabei alle angeschlossenen SUR und SE sowie die KL und KS-Relais im SGR noch zuverlässig zum Ansprechen bringen. Es empfiehlt sich, diese Prüfung zunächst in jeder Übertragungsrichtung getrennt durchzuführen und erst dann beide Übertragungseinrichtungen einzuschalten. Bei SUR und SE muß bei derselben Mindestspannung geprüft werden, ob auch die am weitesten entfernten NUen noch sicher fortgestellt werden.

Bei der Unterhaltung von Uhrenfernsteuerstrecken muß vor allem darauf geachtet werden, daß die Impulskontakte für die Primärstromkreise der STÜ wenigstens vierteljährlich gereinigt und außerdem die gepolten Relais in SUR und SE etwa halbjährlich auf Kontaktzustand und richtige Einstellung überprüft werden. Schließlich muß in längeren Abständen an SUR und SE die Impulsdauer festgestellt werden, um übersehen zu können, ob

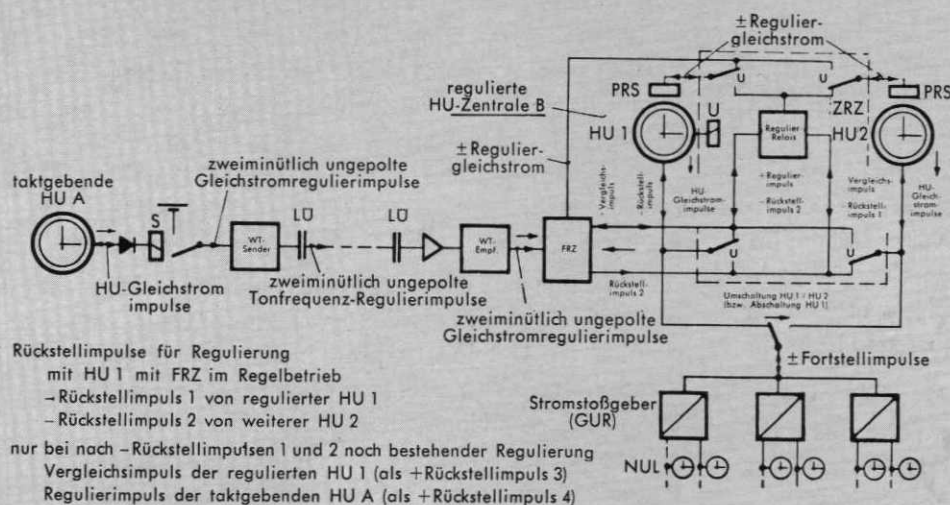


BILD 12
Schaltanordnung von HU-Zentralen
am BD-Sitz

die eingebauten Elko ihre Kapazität nicht durch Alterung verringert haben und sie damit die Impulsdauer verkürzen.

Gleichlaufhaltung von HU-Zentralen an BD-Sitzen

Mit Hilfe der Uhrenfernsteuerung können von den BD-Sitzen aus alle Fernsteuerstrecken im Gleichlauf erhalten werden. Um aber auch zu erreichen, daß die HU-Zentralen an den BD-Sitzen ständig ohne Gangunterschied laufen, sollen sie künftig von der HU-Zentrale in Hamburg aus fernreguliert werden, die vom Deutschen Hydrographischen Institut auf $\pm 0,01$ s genau ständig im Gleichlauf erhalten wird. Dies soll nun, wie in Bild 12 dargestellt, zu den drei Großnetzknoten hin über ständig dafür bereitgestellte WT-Kanäle geschehen. Dazu wurde inzwischen ein Fernregulierzusatz (FRZ) entwickelt, der gegenüber dem ZRR noch weitergehende Forderungen erfüllt. Er nimmt die zweiminütlich ankommenden, tonfrequent übertragenen Regulierungsimpulse auf und leitet nach Feststellung der Gangabweichung gegenüber dem Vergleichsimpuls der regulierten HU jeweils eine Minute lang die Regulierung ein.

Von den drei Großnetzknoten aus werden zu den übrigen BD-Sitzen vorhandene Fernschreib-WT-Kanäle zur Gleichlaufhaltung so lange mitbenutzt, wie diese Kanäle durch Fernschreiben nicht belegt sind. Wenn dazu der letzte WT-Kanal eines Bündels verwendet wird, werden die regulierten HUen auch bei dieser zeitweisen Regulierung voraussicht-

lich wenigstens ebenso genau gehen wie auf Fernsteuerstrecken. Voraussichtlich wird sich die Ganggenauigkeit dieser HUen mit zeitweiser Regulierung noch dadurch verbessern lassen, daß sie unter Mitbenutzung von ThN- oder auch Tf-Verbindungen von zwei Seiten im Gleichlauf erhalten werden. Nach Einrichtung der Gleichlaufhaltung aller HU-Zentralen an den BD-Sitzen von Hamburg aus werden sich alle Uhrenfernsteuerleitungen auf verkabelten Strecken der DB selbsttätig auf ± 1 s genau im Gleichlauf halten lassen. Dann wird das MEZ-Zeichen wegfallen.

Uhrenfernsteuerung auf Freileitungsstrecken

Die doppelseitige Stromstoß-Uhrenfernsteuerung hat sich auf verkabelten Strecken gut bewährt; dagegen kann sie auf Freileitungsstrecken nicht eingesetzt werden. Denn abgesehen von den häufigeren Störungen durch Freileitungsschäden würden die NUen nach durchgeführten Versuchen auch durch atmosphärische Beeinflussungen weitergestellt werden.

Nach Einführung der Transistortechnik gäbe es aber jetzt auch die Möglichkeit, mit Transistorsummern und -verstärkern zu arbeiten, die aus den 24-V-Batterien betrieben werden. Das Übertragungssystem müßte aber nach einem Vorschlag der Firma TN dadurch gepolt werden, daß die Plus- und Minuspulse mit verschiedenen Frequenzen übertragen würden. Eine derartige Entwicklung wurde bisher noch nicht in Angriff genommen.