

Ein Verfahren zur fortlaufenden Registrierung der scheinbaren Höhe der Kennelly-Heaviside-Schicht mittels willkürlich aufeinanderfolgender Impulse beliebiger und wechselnder Dauer.

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung*).

Von Edgar Scholz, Berlin.

DK 621.396.812

Zur Untersuchung der Höhe der Kennelly-Heaviside-Schicht und des Ionisationszustandes der hohen Atmosphäre werden zwei grundsätzlich verschiedene Verfahren angewendet: die Interferenzmethode von Heising (Proc. Inst. Radio Eng. 14, 613–647, 1926) und Appleton (Proc. Roy. Soc. A 128, S. 133, 1930) und die Impulsmethode von Breit (Phys. Rev. 28, 554, 1926). Da jedoch, wie Schelleng (Proc. Inst. Radio Eng. 16, 1471–76, 1928) zeigt, beide Verfahren zur Ermittlung der gleichen Größe, nämlich der Differenz zweier Gruppenlaufzeiten, führen, die Impulsmethode jedoch die experimentell einfachere ist, wird ihr allgemein der Vorzug gegeben. Zur Aufzeichnung der Gruppenlaufzeiten-Differenz sind im Hinblick auf die geringe Größe dieser Zeit (10^{-3} s) fast ausschließlich fotografische Methoden brauchbar, wobei jedoch selbst hier noch zur Erzielung hinreichend lichtstarker Bilder ein „Stehen“ derselben, d. h. ein Synchronlauf von Impulsgebung und Registrierung, unerlässlich ist. Diese Synchronisierung, die allein die fortlaufende Aufzeichnung der scheinbaren Höhe der Ionosphäre über größere Zeiträume hinweg ermöglicht, wird bei den bislang angestellten Untersuchungen durch einen besonderen Stromkreis zur Übermittlung einer Synchronisierungsfrequenz vom Sender auf die Empfangsanordnung, (gleiches Drehstromnetz zur Speisung des Impulsgebers und der Aufzeichenvorrichtung o. ä.) erreicht, wobei die Notwendigkeit eigener Sender für diese Zwecke und die Ortsgebundenheit von Sende- und Empfangsanordnung umfassenderen Untersuchungen hindernd im Wege steht. Im folgenden wird ein Verfahren vorgeschlagen und beschrieben, das ohne Anwendung eines Synchronisierungsstromkreises einen Gleichlauf der Registriermittel mit der Impulsgebung auch bei

Impulsen von ungleicher Dauer und aperiodischer Folge bewirkt und außerdem die Aufzeichnung der Nachhallzeiten ebensolcher willkürlicher Impulse, deren Dauer größer als die Echolaufzeit ist, ermöglicht.

Bei dem neuen Verfahren dient zur Registrierung der Laufzeit-Differenz von Primärimpuls und Echo ein Braunsch'sches Rohr, mit dem, mit Rücksicht auf Untersuchungen über größere Zeiträume hinweg, in einem rechtwinkligen Koordinatensystem aufgezeichnet wird. Die Bahn, die der Leuchtfleck bei seiner Ablenkung in der Horizontalen beschreibt, stellt die Zeitachse dar, während vertikal die Amplituden der Impulse registriert werden. Die Zeitablenkung, deren Gleichlauf mit der Sendertastung herzustellen ist, wird durch die ansteigende Spannung an einem sich über einen Widerstand aufladenden Kondensator bewirkt; der Rücklauf erfolgt durch Entladung dieses Kondensators in einer gegen die Ladezeit kurzen Zeit. Die als willkürlich vorausgesetzte Sendertastung macht eine Synchronisierung der Zeitablenkung für jeden einzelnen vom Sender abgestrahlten Impuls notwendig, d. h. die Zeitablenkung muß in einem für alle abgestrahlten und im Empfänger als Bodenwelle empfangenen Impulse in gleichem Maße elektrisch ausgezeichneten Zeitpunkt (Anfang oder Ende des Impulses) ausgelöst werden. Die Auslösung erfolgt, da die Anordnung ja mit willkürlich aufeinanderfolgenden Impulsen von beliebiger und wechselnder Dauer arbeiten soll, am Ende des als Bodenwelle empfangenen Primärsignals durch Aufhebung eines Entladekurzschlusses des Zeitkondensators. Der Kurzschluß ist vorher durch den Impuls oder automatisch nach vollendeter Zeitablenkung des Leuchtflecks herbeigeführt worden. Da mechanische Vorrichtungen zur Herbeiführung und Aufhebung des Entladekurzschlusses infolge ihrer Massenträgheit nicht anwendbar sind, wird eine elektrische Anordnung,

*) Vorläufige Mitteilung aus einer demnächst erscheinenden größeren Arbeit des Verfassers über den Ionisationszustand der Ionosphäre.

ein dem Zeitkondensator parallel liegendes Dreielektrodenrohr in Relaischaltung angewandt. Damit die dem Primärsignal folgenden Echoimpulse das Zeitrelais nicht betätigen, wird es nach erfolgter Auslösung der Zeitablenkung für die Dauer derselben gesperrt. Das Zeitrelais besteht (siehe Abb. 1) aus dem Dreielektrodenrohr V_2 , dem Zeitkondensator C , dem Ladewiderstand R und der Spannungsquelle U . V_2 ist durch die negative Gittervorspannung U_g über den Gitter-

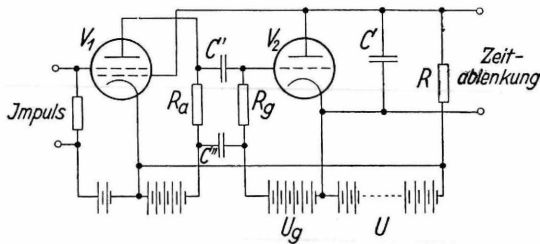


Abb. 1. Zeitrelais.

widerstand R_g , an dem die Impulsspannung zugeführt wird, verriegelt. Der Impuls passiert zwischen Empfänger und Zeitrelais noch das Zweigitterrohr V_1 , das, wie weiter unten gezeigt wird, zur Sperrung des Relais dient. Der Impuls wird vom Anodenkreis von V_1 auf R_g über die kleinen Kapazitäten C' und C'' übertragen, die mit R_a und R_g ein Kettenglied bilden, das einen Impuls der Form der Abb. 2a in zwei kurze Impulse einander entgegengesetzter Richtung zerlegt (Abb. 2b). Die Dauer dieser Impulse hängt, falls man ein Primärsignal mit hinreichend steilen Flanken vor-

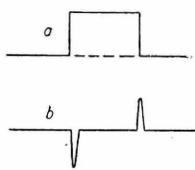


Abb. 2. Form der Impulse.

aussetzt, nur von der Zeitkonstanten des Kettengliedes ab. Die Ankopplung ist so gewählt, daß der erste Impuls im Sinne der negativen Gittervorspannung von V_2 wirkt. Auf diese Weise wird das Entladerelais erst am Ende des Primärsignals betätigt. Es wird hierbei zwar auf die Aufzeichnung des zeitlichen Verlaufes des Primärsignals verzichtet, jedoch nicht auf die Registrierung der allein interessierenden Amplitude desselben. Da das Kettenglied nur die Amplitudenschwankung, nicht aber den absoluten Betrag der Amplitude

des Impulses auf das Relais überträgt, erfolgt die Auslösung der Zeitablenkung durch den Amplitudenfall am Ende des Primärsignals auch bei Impulsen, deren Dauer länger als die Echolaufzeit ist, bei denen also die Amplitude der im Empfänger wirksamen Hochfrequenzspannung zwischen Primärimpuls und Echo nicht gleich Null wird. Damit die Zeitablenkung durch das dem Primärimpuls folgende Echo nicht ausgelöst wird, ist, wie bereits erwähnt, eine Sperrung vorgesehen: während der Ladung des Zeitkondensators C entsteht eine Spannung am Ladewiderstand R ; diese wird dem der Kathode näheren Gitter von V_1 in der Weise zugeführt, daß sie den Anodenstrom dieses Rohres blockiert. Eine Sperrung des Relais während der Entladung des Zeitkondensators findet jedoch nicht statt, da in dieser Zeit noch kein hinreichender Strom durch R fließt, vielmehr der Strombedarf von V_2 für die

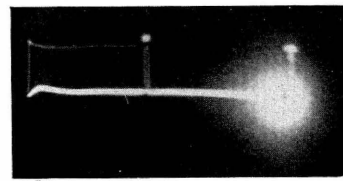


Abb. 3. Schirmbild des Braunschen Rohres.

kurze Zeit der Entriegelung dieses Rohres vom Kondensator C gedeckt wird. Den Vertikal-Ablenkplatten des Braunschen Rohres wird der Impuls entweder direkt, oder aber bei Lotungen mit Signalen, deren Dauer länger als die Echolaufzeit ist, ebenfalls über ein Kettenglied zugeführt. So wird das Nachhall-Ende amplitudengetreu als kurzer Impuls aufgezeichnet. Hierdurch wird eine Registrierung der scheinbaren Schichthöhe über längere Zeiten, selbst bei extrem langen Impulsen nach den bekannten fotografischen Methoden (Registrierung mittels der Zeitachsenausparungen bzw. der Impulszacken, gleichzeitige Registrierung von Höhe und Impulsamplitude bei schiefstehender Zeitachse usw.) ermöglicht. Abb. 3 zeigt ein mit der beschriebenen Anordnung aufgenommenes Schirmbild des Braunschen Rohres. Ganz rechts ist die Ruhestellung des Leuchtflecks bei geladenem Zeitkondensator (an der Solarisation) erkennbar. An dieser Stelle ist am Anfang des Primärimpulses die Amplitude desselben aufgezeichnet worden. Hierauf wird

durch den positiven Impuls am Signalende (Abb. 2) der Zeitkondensator C über V_2 in sehr kurzer Zeit entladen. Links oberhalb der Zeitachse befinden sich Spuren des sehr schnellen Rücklaufes des Fleckes. Nach Ende des Primärimpulses beginnt der Fleck die Zeitachse von links nach rechts zu

durchlaufen; hierbei ist seine Geschwindigkeit durch den zeitlichen Anstieg der Spannung am Kondensator C bestimmt. Etwa in der Mitte der Zeitachse wurde das Echo aufgezeichnet. Sein Abstand vom linken Ende der Zeitachse ist ein Maß für die Laufzeit-Differenz.